



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**ЄВРОКОД 3: ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ
КОНСТРУКЦІЙ**

**Частина 3-2: Башти, щогли і димові труби. Димові труби
(EN 1993-3-2:2007, IDT)**

ДСТУ-Н Б EN 1993-3-2:201X

(Проект, перша редакція)

ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО:

Товариство з обмеженою відповідальністю «Український інститут сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського»

ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: **В. Артюшенко, А. Гром** (керівник розробки), к.т.н., **О. Кордун, Я. Левченко, Г. Ленда**, к.т.н., **Я. Лимар, К. Павлова, О. Шимановський**, д.т.н.

2 НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від «___» _____ 20__ № ___

3 Національний стандарт відповідає EN 1993-3-2 Design of steel structures - Part 3-2: Towers, masts and chimneys. Chimneys (Проектування сталевих конструкцій - Частина 3-2: Башти, щогли і димові труби. 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

Державний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-3-2:201X "Проектування сталевих конструкцій. Частина 3-2: Башти, щогли і димові труби. Димові труби" ідентичний Європейському стандарту EN 1993-3-2:2007 "Eurocode 3: Design of steel structures – Part 3-2: Towers, masts and chimneys. Chimneys" (Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій – Частина 3-2: Башти, щогли і димові труби. Димові труби).

EN 1993-3-2:2007 підготовлено Технічним комітетом CEN/TC 250, секретаріатом якого керує BSI.

До національного стандарту долучено англomовний текст.

На території України як національний стандарт діє ліва колонка тексту ДСТУ-Н Б EN 1993-3-2:201X "Проектування сталевих конструкцій. Частина 3-2: Башти, щогли і димові труби. Димові труби" ідентичний Європейському стандарту EN 1993-3-2:2007 "Eurocode 3: Design of steel structures – Part 3-2: Towers, masts and chimneys. Chimneys" (Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій - Частина 3-2: Башти, щогли і димові труби. Димові труби), яка викладена українською мовою.

Відповідно до ДБН А.1.1-1-2009 «Система стандартизації та нормування в будівництві. Основні положення» цей стандарт відноситься до комплексу В.1.2 «Система надійності та безпеки в будівництві».

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству.

Науково-технічна організація, відповідальна за цей стандарт, – Товариство з обмеженою відповідальністю «Український інститут сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського».

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «цей міжнародний стандарт» замінено на «цей стандарт»;
- структурні елементи стандарту: «Обкладинку», «Передмову», «Національний вступ», «Визначення понять» та «Бібліографічні дані» оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- з «Передмови до EN 1993-3-2» у цей «національний вступ» взяте те, що безпосередньо стосується цього стандарту;

Копії МС, неприйнятих як національні стандарти, на які є посилання в EN 1993-3-2:2007, можна отримати в Головному фонді нормативних документів ДП «УкрНДНЦ».

ЗМІСТ

		C
Вступ	Foreword	VI
Основи програми Єврокоду	Background of the Eurocode programme	1
Статус та галузь застосування Єврокодів	Status and field of application of Eurocodes	3
Національні стандарти, що впроваджують Єврокоди	National Standards implementing Eurocodes	4
Зв'язки між Єврокодами та гармонізованими технічними специфікаціями (ENs and ETAs) для виробів	Links between Eurocodes and harmonised technical specifications (ENs and ETAs) for products	5
Додаткова інформація щодо EN 1993-3-1 і EN 1993-3-2	Additional information specific to EN 1993-3-1 and EN 1993-3-2	5
Національний Додаток до EN 1993-3-2	National Annex for EN 1993-3-2	6
1 Загальні положення	1 General	8
1.1 Сфера застосування	1.1 Scope	8
1.2 Нормативні посилання	1.2 Normative references	9
1.3 Припущення	1.3 Assumptions	10
1.4 Відмінність між принципами і правилами застосування	1.4 Distinction between principles and application rules	10
1.5 Терміни і визначення	1.5 Terms and definitions	10
1.6 Позначення, що використовуються в частині 3-2 Єврокоду 3	1.6 Symbols used in Part 3.2 of Eurocode 3	13
2 Основи проектування	2 Basis of design	14
2.1 Вимоги	2.1 Requirements	14
2.2 Принципи розрахунку за граничним станом	2.2 Principles of limit state design	14
2.3 Дії і впливи навколишнього середовища	2.3 Actions and environmental influences	14
2.4 Перевірки граничних станів за несучою здатністю	2.4 Ultimate limit state verifications	17
2.5 Геометричні характеристики	2.5 Geometrical data	17
2.6 Стійкість	2.6 Durability	17
3 Матеріали	3 Materials	18
3.1 Загальні положення	3.1 General	18
3.2 Конструкційна сталь	3.2 Structural steels	18
3.3 З'єднання	3.3 Connections	18
4 Стійкість	4 Durability	19
4.1 Допуск на корозію	4.1 Allowance for corrosion	19
4.2 Зовнішній допуск на корозію	4.2 External corrosion allowance	19
4.3 Внутрішній допуск на корозію	4.3 Internal corrosion allowance	20
5 Структурний аналіз	5 Structural analysis	21
5.1 Моделювання димової труби для визначення ефектів від впливів	5.1 Modelling of the chimney for determining action effects	21
5.2 Обчислення внутрішніх зусиль і напружень	5.2 Calculation of internal stress resultants and stresses	21
6 Граничні стани за несучою здатністю	6 Ultimate limit states	24
6.1 Загальні положення	6.1 General	24
6.2 Оболонки	6.2 Structural shells	25
6.3 Оцінка безпеки інших елементів конструкції димової труби	6.3 Safety assessment of other structural elements of the chimney	27

6.4	Вузли і з'єднання	6.4	Joints and connections	27
6.5	Зварні з'єднання	6.5	Welded connections	29
7	Граничні стани по придатності до експлуатації	7	Serviceability limit states	29
7.1	Основи	7.1	Basis	29
7.2	Відхилення	7.2	Deflections	30
8	Проектування, що супроводжується випробуванням	8	Design assisted by testing	30
9	Втома	9	Fatigue	31
9.1	Загальні положення	9.1	General	31
9.2	Втомне навантаження	9.2	Fatigue loading	31
9.3	Опір високоциклової втоми	9.3	High cycle fatigue resistances	32
9.4	Оцінка безпеки	9.4	Safety assessment	32
9.5	Частинні коефіцієнти втоми	9.5	Partial factors for fatigue	33
	Додаток А (обов'язковий)		Annex A [normative]	
	Диференціація надійності і частинні коефіцієнти впливу		Reliability differentiation and partial factors for actions	34
A.1	Диференціація надійності сталевих димових труб	A.1	Reliability differentiation for steel chimneys	34
A.2	Частинні коефіцієнти впливів	A.2	Partial factors for actions	34
	Додаток В (інформаційний)		Annex B [informative]	
	Аеродинамічні і демпфуючі засоби		Aerodynamic and damping measures	36
B.1	Загальні положення	B.1	General	36
B.2	Аеродинамічні засоби	B.2	Aerodynamic measures	36
B.3	Поглинач динамічної вібрації	B.3	Dynamic vibration absorber	37
B.4	Троси з демпфуючими пристроями	B.4	Cables with damping devices	38
B.5	Безпосереднє демпфування	B.5	Direct damping	38
	Додаток С (інформаційний)		Annex C [informative]	
	Опори втоми і вимоги до якості		Fatigue resistances and quality requirements	39
C.1	Загальні положення	C.1	General	39
C.2	Збільшення втомної міцності внаслідок особливих вимог до якості	C.2	Enhancement of fatigue strength for special quality requirements	39
	Додаток Д (інформаційний)		Annex D [informative]	
	Проектування, що супроводжується випробуванням		Design assisted by testing	43
D.1	Загальні положення	D.1	General	43
D.2	Визначення логарифмічного декремента демпфування	D.2	Definition of the logarithmic damping decrement	43
D.3	Метод вимірювання логарифмічного декремента демпфування	D.3	Procedure for measuring the logarithmic damping decrement	43
	Додаток Е (інформаційний)		Annex E [informative]	
	Виготовлення		Execution	44
E.1	Загальні положення	E.1	General	44
E.2	Допуски на виготовлення	E.2	Execution tolerances	44
E.3	Якість зварних швів і втома	E.3	Quality of welds and fatigue	44
	Бібліографія		Bibliography	45

Вступ

Цей Європейський Стандарт EN 1993-3-2, Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій: Частина 3-2: Башти, щогли і димові труби – Димові труби, підготовлений Технічним комітетом CEN/TC250 "Будівельні Єврокоди", секретаріат якого підтримує BSI. CEN/TC250 відповідальний за всі Конструктивні Єврокоди.

Цьому Європейському стандарту буде наданий статус національного з публікацією ідентичного тексту, або схваленням, до квітня 2007 року, і альтернативні національні стандарти повинні бути відмінені до березня 2010 року.

Цей Єврокод замінює ENV 1993-3-2.

У відповідності з внутрішніми постановами CEN/CENELEC національні органи зі стандартизації наступних країн зобов'язані прийняти цей Європейський стандарт: Австрія, Бельгія, Велика Британія, Греція, Данія, Ірландія, Ісландія, Іспанія, Італія, Люксембург, Мальта, Нідерланди, Німеччина, Норвегія, Португалія, Фінляндія, Франція, Чеська Республіка, Швейцарія, Швеція.

Foreword

This European Standard EN 1993-3-2, Eurocode 3: Design of steel structures: Part 3-2 Towers, masts and chimneys – Chimneys, has been prepared by Technical Committee CEN/TC250 «Structural Eurocodes», the Secretariat of which is held by BSI. CEN/TC250 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 April 2007 and conflicting National Standards shall be withdrawn at latest by March 2010.

This Eurocode supersedes ENV 1993-3-2.

According to the CEN-CENELEC Internal Regulations, the National Standard Organizations 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, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЄВРОКОД 3: ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЧАСТИНА 3-2: БАШТИ, ЩОГЛИ І ДИМОВІ ТРУБИ. ДИМОВІ ТРУБИ

ЕВРОКОД 3: ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЧАСТЬ 3-2: БАШНИ, МАЧТЫ И ДЫМОВЫЕ ТРУБЫ. ДЫМОВЫЕ ТРУБЫ

EUROCODE 3: DESIGN OF STEEL STRUCTURES PART 3-2: TOWERS, MASTS AND CHIMNEYS. CHIMNEYS

Чинний від _____

Основи програми Єврокоду

У 1975 році Комісія Європейської Спільноти вирішила розпочати програму дій у галузі будівництва на підставі статті 95 Договору. Метою програми було усунення технічних перешкод для торгівлі та узгодження технічних умов.

У рамках цієї програми дій Комісія взяла на себе ініціативу встановити систему узгоджених технічних правил для проектування будівель і споруд, які на першій стадії мали слугувати альтернативою чинним національним правилам держав-членів, а зрештою мали замінити їх.

Упродовж п'ятнадцяти років Комісія за допомогою Робочого комітету, до складу якого входили представники держав-членів, вела розробку програми Єврокодів, яка призвела до публікації комплекту першого покоління Європейських кодів у 80-х роках.

У 1989 році Комісія та держави-члени ЕУ (Європейської Спільноти) та ЕФТА

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 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 EFTA decided, on the

(Європейської асоціації вільної торгівлі) на основі угоди¹ між Комісією та CEN (Європейським комітетом із стандартизації) вирішили передати підготовку та публікацію Єврокодів CEN за допомогою серії Мандатів, що надало б Єврокодам у майбутньому статусу Європейського Стандарту (EN). Це пов'язує Єврокоди з положеннями Директив Ради і рішень Комісії щодо Європейських стандартів (тобто Директиви Ради 89/106/ЄЕС щодо будівельних виробів – CPD – та Директив Ради 93/37/ЄЕС, 92/50/ЄЕС та 89/440/ЄЕС відносно суспільних робіт та послуг і еквівалентних директив ЕФТА, започаткованих, щоб допомогти заснуванню внутрішнього ринку).

Структурна програма Єврокодів включає стандарти, які в основному 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

EN 1994 Єврокод 4: Проектування сталезалізобетонних конструкцій

EN 1995 Єврокод 5: Проектування дерев'яних конструкцій

EN 1996 Єврокод 6: Проектування кам'яних конструкцій

EN 1997 Єврокод 7: Геотехнічне проектування

EN 1998 Єврокод 8: Проектування сейсмостійких конструкцій

EN 1999 Єврокод 9: Проектування алюмінієвих конструкцій

Стандарти Єврокодів визнають відповідальність регуляторних органів

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

EN 1994 Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures

EN 1995 Eurocode 5: Design of timber structures

EN 1996 Eurocode 6: Design of masonry structures

EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical design

EN 1998 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance

EN 1999 Eurocode 9: Design of aluminium structures

Eurocode standards recognise the responsibility of regulatory authorities in each Member State

¹Угода між Комісією Європейських Спільнот і Європейським комітетом стандартизації (CEN) щодо роботи над Єврокодами для проектування будівель і споруд (CONSTRUCT 89/019).

¹Agreement 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).

держав-членів та захищають їх право на призначення величин, які пов'язані з регулюванням питань безпеки на національному рівні там, де вони відрізняються.

Статус та галузь застосування Єврокодів

Держави-члени EU та EFTA визнають, що Єврокоди діють як еталонні документи для таких цілей:

- як засіб доведення відповідності будівель і споруд основним вимогам Директиви Ради 89/106/ЕЕС, зокрема основній вимозі N°1 – Механічна стійкість та стабільність і основній вимозі N°2 – Пожежна безпека;
- як основа для укладання контрактів для будівель і споруд та пов'язаних з ними інженерних послуг;
- як основа для складання узгоджених технічних специфікацій для будівельних виробів (ENs та ETAs).

Єврокоди, оскільки вони безпосередньо відносяться до будівельних споруд, мають прямий зв'язок з тлумачними документами² розділу 12 CPD, незважаючи на те, що вони мають різну природу з гармонізованими стандартами на вироби³. Таким чином, технічні аспекти, які впливають з Єврокодів для будівель і споруд, повинні в повній мірі бути розглянутими Технічними

²Відповідно до Ст. 3.3 CPD, Основні вимоги (ER) отримають конкретну форму у Тлумачних документах для створення необхідних в'язів між Основними вимогами та мандатами на hEN і ETA.

³Відповідно до Ст. 12 CPD, Тлумачні документи мають:

a) надати конкретну форму Основним вимогам, узгодивши термінологію і технічні засади, і вказавши класи або рівні для кожної вимоги, де це необхідно;

b) вказати методи встановлення співвідношення між цими класами або рівнями вимог з технічними вимогами, наприклад, методи розрахунку і перевірки, технічні правила проектування, і т. ін.;

c) слугувати як рекомендація для встановлення узгоджених стандартів і настанов для Європейського технічного ухвалення.

Єврокоди фактично відіграють подібну роль у сфері ER 1 і частині ER 2.

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.

Status and field of application of Eurocodes

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

- 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 N°1 – Mechanical resistance and stability – and Essential Requirement N°2 – Safety in case of fire;
- as a basis for specifying contracts for construction works and related engineering services ;
- as a framework for drawing up harmonised technical specifications for construction products (ENs and ETAs)

The Eurocodes, as far as they concern the 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

²According 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.

³According 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.

комітетами CEN та/чи робочими групами EOTA, які розробляють стандарти на будівельні вироби, з позицій досягнення повної сумісності технічних специфікацій з Єврокодами.

Стандарти Єврокодів надають загальні правила проектування для практичного використання всіх конструкцій та їх компонентів, як традиційного, так і інноваційного характеру. Унікальні форми конструкції або умови проектування не охоплюються, і в таких випадках проектувальнику потрібен додатковий експертний розгляд.

Національні стандарти, що впроваджують Єврокоди

Національні стандарти, що впроваджують Єврокоди, завжди включають повний текст Єврокоду (включаючи всі додатки), виданий CEN, якому можуть передувати Національний титульний лист та Національна передмова, а також можуть супроводжуватися Національним додатком (інформаційним).

Національний додаток (інформаційним) може включати інформацію щодо тих параметрів, які залишилися відкритими в Єврокодах для національного вибору, відомі як національно визначені параметри для використання при проектуванні будівель та інженерних споруд, що будуть побудовані у зацікавленій країні, а саме:

- значення для часткових коефіцієнтів і/або класи, де в Єврокоді даються альтернативи;
- значення, які слід використовувати, коли в Єврокоді надається тільки позначення;
- географічні і кліматичні специфічні дані країни, наприклад, карта снігу;
- процедура, яка використовується у випадку, коли альтернативні процедури обумовлені в Єврокоді;
- посилання на додаткову інформацію, яка не суперечить нормативним вимогам і допомагає при користуванні Єврокодами.

working on product standards with a view to achieving a 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.

National Standards implementing Eurocodes

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 (informative).

The National annex (informative) 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.:

- values for partial factors and/or classes where alternatives are given in the Eurocode,
- values to be used where a symbol only is given in the Eurocode,
- geographical and climatic data specific to the Member State, e.g. snow map,
- the procedure to be used where alternative procedures are given in the Eurocode,
- references to non-contradictory complementary information to assist the user to apply the Eurocode.

Зв'язки між Єврокодами та гармонізованими технічними специфікаціями (ENs та ETAs) для виробів

Необхідна узгодженість між гармонізованими технічними специфікаціями для будівельних виробів та технічними правилами для будівель і споруд⁴. Крім того, повна інформація, яка супроводжує маркування CE будівельних виробів і має відношення до Єврокодів, повинна чітко зазначати, які національно визначені параметри були прийняті до уваги.

Додаткова інформація щодо EN 1993-3-1 та EN 1993-3-2

EN 1993-3 це третя частина із шести частин EN 1993 – Проектування сталевих конструкцій – і описує принципи і правила застосування для безпеки і експлуатаційної придатності сталевих конструкцій зокрема башт, щогл і димових труб. Башти і щогли детальніше в Частині 3-1; димові труби – в Частині 3-2.

У EN 1993-3 наведено вимоги до розрахунків, що доповнюють загальні вимоги, наведені у EN 1993-1

EN 1993 призначений для використання з EN 1990 – Основи проектування, EN 1991 – Дії на конструкції і частини 1 документів від EN 1992 до EN 1998, де мова йде про сталеві конструкції або сталеві компоненти для башт, щогл і димових труб.

Вимоги, які вже наведені в тих документах, не повторюються.

EN 1993-3 використовується для наступного:

- ескізного проекту комісії приймального контролю для виробів та стандартів виконання;
- клієнтів (наприклад для формулювання їх специфічних вимог);
- проектувальників та конструкторів;

⁴Див. Ст. 3.3 і Ст.12 CPD, а також 4.2, 4.3.1, 4.3.2 та 5.2 ID 1.

Links between Eurocodes and harmonised technical specifications (ENs and ETAs) for products

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 should clearly mention which Nationally Determined Parameters have been taken into account.

Additional information specific to EN 1993-3-1 and EN 1993-3-2

EN 1993-3 is the third part of six parts of EN 1993 – Design of Steel Structures – and describes the principles and application rules for the safety and serviceability and durability of steel structures for towers and masts and chimneys. Towers and masts are dealt with in Part 3-1; chimneys are treated in Part 3-2.

EN 1993-3 gives design rules in supplement to the generic rules in EN 1993-1.

EN 1993-3 is intended to be used with Eurocodes EN 1990 – Basis of design, EN 1991 – Actions on structures and the parts 1 of EN 1992 to EN 1998 when steel structures or steel components for towers and masts and chimneys are referred to.

Matters that are already covered in those documents are not repeated.

EN 1993-3 is intended for use by

- committees drafting design related product, testing and execution standards;
- clients (e.g. for the formulation of their specific requirements);
- designers and constructors;

⁴See 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.

– компетентних органів.

У EN 1993-3 числові значення для частинних коефіцієнтів та інших параметрів надійності рекомендуються як основні значення, що забезпечують прийнятний рівень надійності. Вони відібрані за умови забезпечення відповідного рівня кваліфікації та контролю якості.

Додаток В EN 1993-3-1 розроблено задля доповнення умов, викладених у EN 1991-1-4 для врахування вітрового навантаження на ґратчасті опори, щогли та димові труби з відтяжками.

Оскільки опори для повітряних ліній розглядаються, як працюючі під вітровим навантаженням в сполученні з навантаженням від ожеледі, вимоги безпеки та спеціальні вимоги (як, наприклад, для провідників, ізоляцій та ізоляційних проміжків і т.д.) повністю викладені у CENELEC Code EN 50341, на який можна посилатися при виконанні розрахунків для подібних конструкцій.

Вимоги щодо міцності сталевих елементів, наведені у даному розділі, можна розглядати як правила, обов'язкові до виконання щодо відповідності вимогам EN 50341 для опор повітряних ліній, і використовувати як альтернативний критерій до правил, наведених у даному стандарті.

Частина 3.2 підготована у співпраці з технічним комітетом CEN/TC 297: Окремо стоячі труби.

Було включено умови, що дозволяють використання різних частинних коефіцієнтів опору у випадку розрахунку конструкцій чи елементів за результатами експериментів.

Національний додаток до EN 1993-3-2

Цей стандарт надає альтернативні процедури, значення і рекомендації для класів із примітками, які можуть вказувати місце, де необхідно зробити національний вибір. Таким чином, національний стандарт, який впроваджує EN 1993-3-2, повинен мати національний додаток, який включав би усі національно визначені параметри, які використовуються при проектуванні

– relevant authorities.

Numerical values for partial factors and other reliability parameters in EN 1993-3 are recommended as basic values that provide an acceptable level of reliability. They have been selected assuming that an appropriate level of workmanship and quality management applies.

Annex B of EN 1993-3-1 has been prepared to supplement the provisions of EN 1991-1-4 in respect of wind actions on lattice towers and guyed masts or guyed chimneys.

As far as overhead line towers are concerned all matters related to wind and ice loading, loading combinations, safety matters and special requirements (such as for conductors, insulators, clearance, etc.) are covered by the CENELEC Code EN 50341, that can be referred to for the design of such structures.

The strength requirements for steel members given in this Part may be considered as 'deemed to satisfy', rules to meet the requirements of EN 50341 for overhead line towers, and may be used as alternative criteria to the rules given in that Standard.

Part 3.2 has been prepared in collaboration with Technical Committee CEN/TC 297: Free standing chimneys.

Provisions have been included to allow for the possible use of a different partial factor for resistance in the case of those structures or elements the design of which has been the subject of an agreed type testing programme.

National Annex for EN 1993-3-2

This standard gives alternative procedures, values and recommendations for classes with notes indicating where National choices may have to be made. Therefore the National Standard implementing EN 1993-3-2 should have a National Annex containing all Nationally Determined Parameters to be used for the design of buildings and civil engineering works to be constructed in the relevant country.

будівель та цивільних споруд, що будуть побудовані у відповідній країні.

Національним вибором дозволено ввійти до EN 1993-3-2 за допомогою підрозділів:

- 2.3.3.1(1)
- 2.3.3.5(1)
- 2.6(1)
- 4.2(1)
- 5.1(1)
- 5.2.1(3)
- 6.1(1)P
- 6.2.1(6)
- 6.4.1(1)
- 6.4.2(1)
- 6.4.3(2)
- 7.2(1)
- 7.2(2)
- 9.1(3)
- 9.1(4)
- 9.5(1)
- A.1(1)
- A.2(1) (2 місця)
- C.2(1)

National choice is allowed in EN 1993-3-2 through paragraphs:

- 2.3.3.1(1)
- 2.3.3.5(1)
- 2.6(1)
- 4.2(1)
- 5.1(1)
- 5.2.1(3)
- 6.1(1)P
- 6.2.1(6)
- 6.4.1(1)
- 6.4.2(1)
- 6.4.3(2)
- 7.2(1)
- 7.2(2)
- 9.1(3)
- 9.1(4)
- 9.5(1)
- A.1(1)
- A.2(1) (2 places)
- C.2(1)

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Сфера застосування

(1) Цю частину 3.2 EN 1993 застосовують до проектування конструкцій вертикальних сталевих димових труб круглого або конічного перерізу. В ній розглянуті димові труби, які є вільнонесучими, такими, що мають опори на проміжних рівнях або закріплені відтяжками.

(2) Положення даної частини доповнюють положення, встановлені в частині 1.1 EN 1993.

(3) Дана частина 3.2 розглядає тільки вимоги до опору (міцність, стійкість і втома) сталевих димових труб.

Примітка. В даному контексті (тобто опору) термін димова труба відноситься до:

- a) конструкцій димових труб;
- b) сталевих циліндричних елементів башт;
- c) сталевих циліндричних колон щогл з відтяжками.

(4) Положення, що стосуються таких аспектів, як хімічний вплив, термодинамічні характеристики або теплова ізоляція, розглянуті в EN 13084-1. Для проектування футерування див. EN 13084-6.

(5) Фундаменти із залізобетону для сталевих димових труб розглянуті в EN 1992 і EN 1997. Див. також 4.7 і 5.4 EN 13084-1.

(6) Вітрові навантаження розглянуті в EN 1991-1-4.

Примітка. Методи визначення реакції на дію вітру для димових труб з відтяжками встановлені в додатку В EN 1993-3-1.

(7) Дана частина не розглядає особливі положення проектування з урахуванням сейсмічних впливів, які встановлені в EN 1993-3-1 і EN 1993-1-11.

(8) Положення для відтяжок та їх пристосувань встановлені в EN 1090, частина 2 і EN 13084-1.

(9) При виготовленні сталевих димових труб необхідно виконувати вимоги EN 1090, частина 2 і EN 13084-1.

Примітка. Виготовлення розглядають в тому сенсі, що необхідно вказати якість будівельних матеріалів і

1 GENERAL

1.1 Scope

(1) This Part 3.2 of EN 1993 applies to the structural design of vertical steel chimneys of circular or conical section. It covers chimneys that are cantilevered, supported at intermediate levels or guyed.

(2) The provisions in this Part supplement those given in Part 1.1 of EN 1993.

(3) This Part 3.2 is concerned only with the requirement for resistance (strength, stability and fatigue) of steel chimneys.

NOTE: In this context (i.e. resistance) the term chimney refers to:

- a) chimney structures
- b) the steel cylindrical elements of towers
- c) the steel cylindrical shafts of guyed masts

(4) For provisions concerning aspects, such as chemical attack, thermo-dynamical performance or thermal insulation see EN 13084-1. For the design of liners see EN 13084-6.

(5) Foundations in reinforced concrete for steel chimneys are covered in EN 1992 and EN 1997. See also 4.7 and 5.4 of EN 13084-1.

(6) Wind loads are specified in EN 1991-1-4.

NOTE: Procedures for the wind response of guyed chimneys are given in annex B of EN 1993-3-1.

(7) This Part does not cover special provisions for seismic design, which are given in EN 1998-6. See also 5.2.4.1 of EN 13084-1.

(8) Provisions for the guys and their attachments are given in EN 1993-3-1 and EN 1993-1-11.

(9) For the execution of steel chimneys, reference should be made to EN 1090, Part 2 and EN 13084-1.

NOTE: Execution is covered to the extent that is necessary to indicate the quality of the construction

виробів, підлягаючих використанню, і стандарт якості виготовлення на місці, який повинен відповідати положенням правил проектування.

(10) У EN 1993-3-2 розглянуті наступні питання:

Частина 1. Загальні положення;

Частина 2. Основи проектування;

Частина 3. Матеріали;

Частина 4. Міцність;

Частина 5. Структурний аналіз;

Частина 6. Граничні стани по міцності;

Частина 7. Граничні стани за несучою здатністю;

Частина 8. Проектування, що супроводжується випробуванням;

Частина 9. Втома.

1.2 Нормативні посилання

(1) Наступні нормативні документи містять положення, які, за допомогою наведення посилань в цьому документі, складають положення даному Європейського стандарту. Для датованих посилань не застосовують подальші їх зміни або перегляд. Заохочується дослідження можливості застосування останніх видань наведених нижче нормативних документів сторонами по угодах, заснованих на діючому Європейському стандарті. Для недатованих посилань застосовують останнє видання нормативного документа, на який наведено посилання.

EN 1090 Виготовлення сталевих конструкцій і алюмінієвих конструкцій;

EN 10025 Гарячекатані вироби з нелегованої конструкційної сталі. Технічні умови постачання;

EN 10088 Нержавіюча сталь;

EN 13084-1 Вільностоячі промислові димові труби. Частина 1: Загальні вимоги;

EN ISO 5817 Зварювання. Зварні шви при зварюванні плавленням сталі, нікелю, титану та їх сплавів (не включаючи променево зварювання). Рівні якості залежно від дефектів шва.

materials and products that should be used and the standard of workmanship on site needed to comply with the assumptions of the design rules.

(10) The following subjects are dealt with in EN 1993-3-2:

Section 1: General;

Section 2: Basis of design;

Section 3: Materials;

Section 4: Durability;

Section 5: Structural analysis;

Section 6: Ultimate limit states;

Section 7: Serviceability limit states;

Section 8: Design assisted by testing;

Section 9: Fatigue.

1.2 Normative references

(1) The following normative documents contain provisions which, through references in this text, constitute provisions of this European standard. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this European standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references the latest edition of the normative document referred to applies.

EN 1090 Execution of steel structures and aluminium structures;

EN 10025 Hot rolled products of non-alloy structural steels. Technical delivery conditions

EN 10088 Stainless steels;

EN 13084-1 Free standing industrial chimneys – Part 1: General Requirements;

EN ISO 5817 Welding - Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) - Quality levels for imperfections

1.3 Припущення

(1) Див. 1.3 EN 1993-1-1.

1.4 Відмінність між принципами і правилами застосування

(1) Див. 1.4 EN 1993-1-1.

1.5 Терміни і визначення

(1) У даній частині 3.2 EN 1993 застосовують терміни і визначення, встановлені в EN 1990 для загального застосування в Єврокодах.

(2) В доповнення до частини 1 EN 1993 в даній частині 3.2 застосовують наступні визначення. Визначення, що використовуються для конструкцій димових труб, показані на рис. 1.1.

1.5.1 Димова труба

Вертикальна сталева споруда або будівельні компоненти, які виводять відпрацьовані гази або інші газоподібні продукти згорання, припливне або відпрацьоване повітря в навколишнє середовище.

1.5.2 Вільно-спираюча димова труба

Димова труба, несучий стовбур якої не має з'єднань ні з однією конструкцією над опорним рівнем.

1.5.3 Димова труба, закріплена відтяжкою

Димова труба, несучий стовбур якої підтримується за допомогою відтяжок на одному або декількох рівнях висоти.

1.5.4 Димова труба з одиночною стінкою

Димова труба, несуча оболонка якої також виводить газоподібні продукти згорання. Вона може мати теплоізоляційний шар і/або внутрішнє футерування.

1.5.5 Димова труба з подвійною стінкою

Димова труба, що складається із зовнішньої сталеві несучої оболонки і одного внутрішнього футерування, яка виводить газоподібні продукти згорання.

1.3 Assumptions

(1) See 1.3 of EN 1993-1-1.

1.4 Distinction between principles and application rules

(1) See 1.4 of EN 1993-1-1.

1.5 Terms and definitions

(1) The terms and definitions that are defined in EN 1990 for common use in the Structural Eurocodes apply to this Part 3.2 of EN 1993.

(2) Supplementary to Part 1 of EN 1993, for the purposes of this Part 3.2, the following definitions apply. Definitions used for chimney structures are shown in Figure 1.1.

1.5.1 Chimney

Vertical construction works or building components that conduct waste gases, or other flue gases, supply or exhaust air to the atmosphere.

1.5.2 Self-supported chimney

A chimney whose supporting shaft is not connected with any other construction above the base level.

1.5.3 Guyed chimney

A chimney whose supporting shaft is held in place by guys at one or more height levels.

1.5.4 Single-wall chimney

A chimney whose structural shell also conducts the flue gases. It may be fitted by thermal insulation and/or internal lining.

1.5.5 Double-wall chimney

A chimney consisting of an outer steel structural shell and one inner liner which carries the flue gases.

1.5.6 Багатоствольна димова труба

Група з двох або більше за структурою взаємозв'язаних димових труб або група з двох або більше футерувань в межах оболонки конструкції.

1.5.7 Футерування

Структурний елемент (мембрана) системи футерування, що міститься в межах оболонки конструкції.

1.5.8 Система футерування

Цілісна система, яка відокремлює газоподібні продукти згорання від структурної оболонки. Вона включає футерування та його опори, проміжок між футеруванням і оболонкою конструкції та ізоляцію при її наявності.

1.5.9 Оболонка конструкції

Основна сприймаюча навантаження сталева конструкція димової труби, до якої не включені фланці.

1.5.10 Аеродинамічний пристрій

Пристрій, яким забезпечена димова труба для зменшення вихрового збудження без збільшення конструкційного демпфування.

1.5.11 Демпфуючий пристрій

Пристрій, яким забезпечена димова труба для зменшення коливань вихрового походження шляхом збільшення конструкційного демпфування.

1.5.12 Спойлер

Пристрій, що приєднується до поверхні димової труби з метою зменшення дії вітру.

1.5.13 Спіралевидні пояси, кожухи або щабелі

Пристрої, що приєднуються до зовнішньої поверхні димової труби для зменшення дії вітру.

1.5.14 Несуча плита

Горизонтальна плита, закріплена в базі димової труби.

1.5.6 Multi-flue chimney

A group of two or more chimneys structurally interconnected or a group of two or more liners within a structural shell.

1.5.7 Liner

The structural element (membrane) of the lining system, contained within the structural shell.

1.5.8 Lining system

Total system, if any, which separates the flue gases from the structural shell. This comprises a liner and its supports, the space between the liner and structural shell and insulation, where existing.

1.5.9 Structural shell

The main load-bearing steel structure of the chimney, excluding any flanges.

1.5.10 Aerodynamic device

A device fitted to the chimney to reduce vortex excitation without increasing the structural damping.

1.5.11 Damping device

A device fitted to the chimney to reduce vortex excited oscillations by increasing the structural damping.

1.5.12 Spoiler

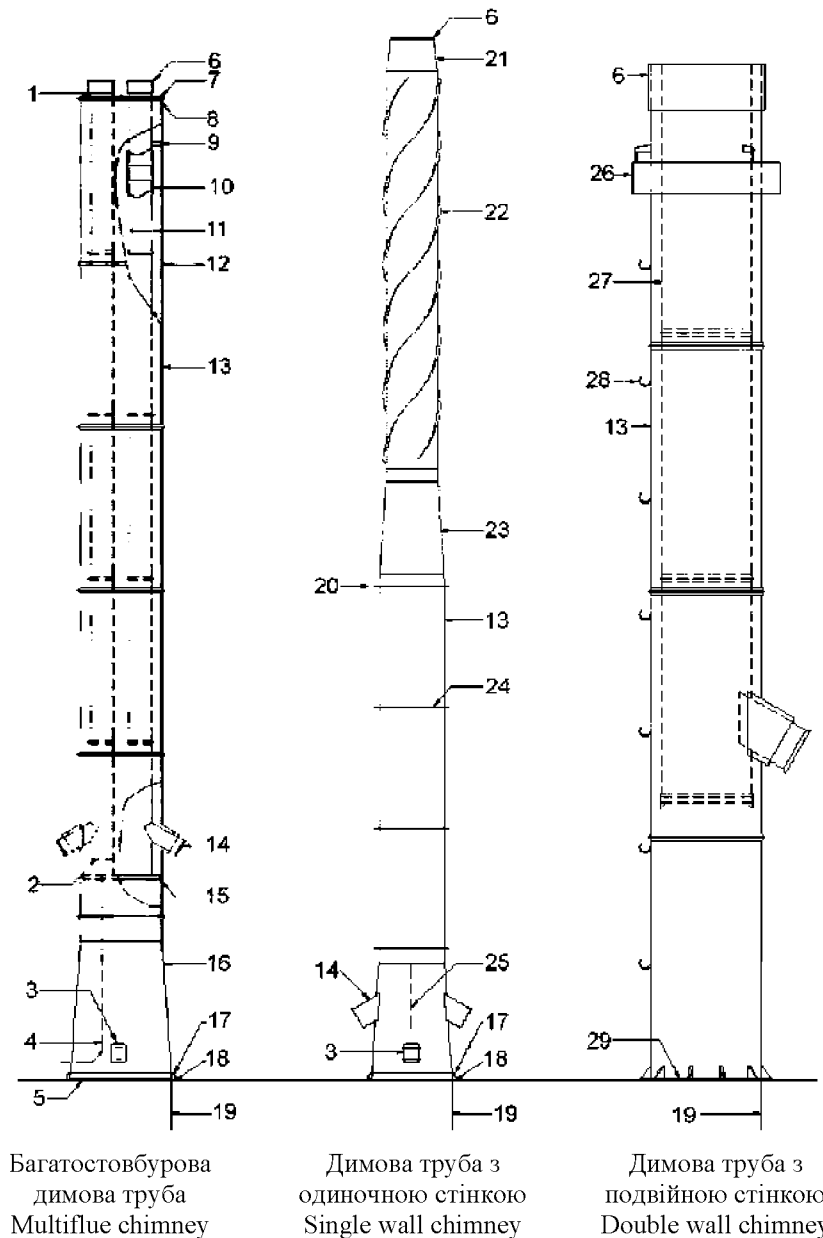
A device attached to the surface of a chimney with the objective of reducing cross wind response.

1.5.13 Helical strakes, shrouds or slats

Devices fitted to the outer surface of the chimney to reduce cross wind response.

1.5.14 Base plate

A horizontal plate fixed to the base of a chimney.



1 – краватка; 2 – проміжний пристрій; 3 – оглядові дверці; 4 – дренажна труба; 5 – основа або несуча плита; 6 – оголовок; 7 – верхня плита; 8 – кут оголовка; 9 – бічні опори; 10 – ізоляція з мінеральної вати; 11 – футерування; 12 – сполучний фланець; 13 – оболонка конструкції; 14 – вхідний отвір; 15 – основа футерування; 16 – основний конус; 17 – обжимне кільце; 18 – основна проміжна опора; 19 – фундаментні болти; 20 – кільце жорсткості (при необхідності); 21 – верхній конус; 22 – спіралевидні аеродинамічні стабілізатори; 23 – проміжний конус; 24 – сполучний фланець; 25 – розділова перегородка; 26 – демпфуючий пристрій; 27 – футерування; 28 – сходинки-скоби; 29 – плита бази

1 Cravat; 2 Tundish; 3 Access door; 4 Drain pipe; 5 Base or bearing plate; 6 Cope hood; 7 Cap plate; 8 Cope angle; 9 Lateral supports; 10 Mineral wool insulation; 11 Liners; 12 Jointing flange; 13 Structural shell; 14 Inlet; 15 Liner base; 16 Base cone; 17 Compression ring; 18 Base stool; 19 Anchor bolts; 20 Possible stiffening ring; 21 Top cone; 22 Helical aerodynamic stabilizers; 23 Intermediate cone; 24 Jointing flange; 25 Splitter plate; 26 Damping device; 27 Liner; 28 Access hooks; 29 Base plate

Рисунок 1.1 – Визначення, що використовуються для димових труб

Figure 1.1 – Definitions used for Chimneys

1.5.15 Фундаментний болт

Болт, що використовується для приєднання димової труби до фундаменту.

1.5.16 Кільця жорсткості

Горизонтальні елементи, що використовуються для запобігання овалізації і збереження круглої форми оболонки димової труби в процесі виготовлення і транспортування. Горизонтальні елементи, що використовуються для забезпечення жорсткості у вирізах і отворах або при необхідності при змінах ухилу оболонки конструкції.

1.6 Позначення, що використовуються в частині 3-2 єврокоду 3

(1) В доповнення до позначень, встановлених в EN 1993-1-1, використовують наступні основні позначення:

c – допуск на корозію;
N – кількість циклів;
b – діаметр;
d – діаметр болта;
h – висота;
m – ухил;
t – час;
w – тиск вітру;
ref – посилання;
crit – критична величина;
ext – зовнішній;
F' – навантаження;
f – втома;
int – внутрішній;
lat – поперечний (вітер);
top – верхня частина;
R – розрив;
Temp – температура;
 λ – коефіцієнт еквівалентності;
 η – коефіцієнт для урахування ефектів другого порядку.

(2) Додаткові позначення визначені там, де вони зустрічаються вперше.

1.5.15 Anchor bolt

A bolt for the connection of the chimney to the foundation.

1.5.16 Stiffening rings

Horizontal members to prevent ovaling and to hold the chimney shell round during fabrication and transport. Horizontal members to provide stiffeners at cut outs and openings or possibly at changes in slope of the structural shell.

1.6 Symbols used in part 3.2 of eurocode 3

(1) In addition to those given in EN 1993-1-1 the following main symbols are used.

c corrosion allowance
N number of cycles
b diameter
d bolt diameter
h height
m slope
t time
w wind pressure
ref reference
crit critical value
ext external
F' load
f fatigue
int internal
lat lateral (cross wind)
top top
R rupture
Temp temperature
 λ □equivalence factor
 η □factor to account for second order effects

(2) Further symbols are defined where they first occur.

2 ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ

2.1 Вимоги

2.1.1 Основні вимоги

(1) Див. EN 1993-1-1.

(2)Р Димова труба повинна бути спроектована так, щоб вона відповідала основним вимогам, встановленим в EN 1990 і EN 13084-1, за умови того, що вона є відповідним чином змонтованою і технічно обслуговуваною.

(3) Проект конструкції димової труби, закріпленої відтяжками, повинен відповідати відповідним пунктам EN 1993-3-1, а також даній частині.

2.1.2 Настанова по забезпеченню надійності

(1) Для перевірок граничних станів за несучою здатністю димових труб можуть бути прийняті різні рівні надійності залежно від можливих економічних і соціальних наслідків їх руйнування.

Примітка. Для визначення різних рівнів надійності див. Додаток А.

2.2 Принципи розрахунку за граничним станом

(1) Див. 2.2 EN 1993-1-1.

2.3 Дії і впливи навколишнього середовища

2.3.1 Загальні положення

(1)Р Повинні виконуватися загальні вимоги частини 4 EN 1990.

(2) Міцність і стійкість димової труби перевіряють на впливи, розглянуті в 2.3.2 і 2.3.3.

2.3.2 Постійні навантаження

(1) При обчисленні власної ваги необхідно врахувати повну товщину сталеві конструкції без втрати внаслідок корозії.

(2) Постійні навантаження повинні включати розрахункову вагу всіх постійних конструкцій та інших елементів, включаючи

2 BASIS OF DESIGN

2.1 Requirements

2.1.1 Basic Requirements

(1) See EN 1993-1-1.

(2)P A chimney shall be designed so that provided it is properly constructed and maintained it is capable of satisfying the fundamental requirements specified in EN 1990 and in EN 13084-1.

(3) The structural design of guyed chimneys should be in accordance with the relevant clauses of EN 1993-3-1 as well as this Part.

2.1.2 Reliability management

(1) Different levels of reliability may be adopted for the ultimate limit states verifications for chimneys, depending on the possible economic and social consequences of their collapse.

NOTE: For the definition of different levels of reliability see Annex A.

2.2 Principles of limit state design

(1) See 2.2 of EN 1993-1-1.

2.3 Actions and environmental influences

2.3.1 General

(1)P The general requirements of section 4 of EN 1990 shall be satisfied.

(2) The strength and stability of chimneys should be verified for the actions described in 2.3.2 and 2.3.3.

2.3.2 Permanent actions

(1) In calculating self-weight, the full thickness of steelwork should be considered, with no loss due to corrosion.

(2) The permanent actions should include the estimated weight of all permanent structures and other elements, including fittings,

фітінги, ізоляцію, зміст пилу, прилипаючий попід, покриття та інші навантаження. Вагу димової труби та її футерування визначають відповідно до EN 1991-1-1, враховуючи тривалі навантаження газоподібного середовища або вологи на щільність футерування, якщо це є важливим.

2.3.3 Змінні навантаження

2.3.3.1 Тимчасові навантаження

(1) До платформ і огорож поручнів застосовують тимчасові навантаження.

Примітка 1. Інформація про тимчасові навантаження, що використані до платформ і огорож поручнів, може бути встановлена в Національному Додатку. Рекомендуються наступні характеристичні величини тимчасових навантажень:

- Тимчасові навантаження на платформи: $2,0 \text{ kN/m}^2$ (також див. EN 13084-1) (2.1a)
- Горизонтальні навантаження на огорожі поручнів: $0,5 \text{ kN/m}$ (2.1b)

Примітка 2. Можна вважати, що дані навантаження діють за відсутності інших кліматичних навантажень.

2.3.3.2 Вітрові навантаження

(1) Вітрове навантаження приймають за EN 1991-1-4.

(2) Вітрові навантаження прикладають до зовнішніх поверхонь димової труби в цілому і до допоміжних компонентів, наприклад, до сходів. Окрім сил опору, що виникають внаслідок пульсацій у напрямі вітру, необхідно розглядати поперечні сили, що виникають внаслідок вихрового збудження, і викликають вібрації димової труби.

Примітка. Для димових труб, закріплених відтяжками, також див. Додаток В EN 1993-3-1.

(3) Інші вітрові навантаження, наприклад, внаслідок нерівномірного розподілу тиску вітру (овалізації) або ефектів інтерференції, необхідно враховувати, якщо перевищені відповідні критерії, див. 5.2.1.

(4) Навантаження, викликані інтерференційним галопуванням або класичним галопуванням оцінюють відповідно до EN 1991-1-4.

(5) Якщо припускають, що димові труби будуть схильні до надмірних коливань під

insulation, dust loads, clinging ash, coatings and other loads. The weight of the chimney and its lining should be determined according to EN 1991-1-1 taking account of long-term effects of fluids or moisture on the density of linings if relevant.

2.3.3 Variable actions

2.3.3.1 Imposed loads

(1) Imposed loads should be applied on platforms and railings.

NOTE 1: The National Annex may give information on imposed loads on platforms and railings. The following characteristic values of imposed loads are recommended:

- Imposed loads on platforms: $2,0 \text{ kN/m}^2$ (see also EN 13084-1) (2.1a)
- Horizontal loads on railings: $0,5 \text{ kN/m}$ (2.1b)

NOTE 2: These loads may be assumed to act in the absence of other climatic loads.

2.3.3.2 Wind actions

(1) Wind action should be taken from EN 1991-1-4.

(2) Wind loads should be applied on the external surfaces of a chimney as a whole and on accessory components, for example a ladder. Besides the drag forces due to the gusty wind acting in general in the wind direction, forces due to vortex shedding that cause cross wind vibrations of a chimney should be considered.

NOTE: For guyed chimneys see also Annex B to EN 1993-3-1.

(3) Other wind actions, for instance due to uneven wind pressure distribution (ovalling) or interference effects, should be taken into account if the relevant criteria are exceeded, see 5.2.1.

(4) Actions caused by interference galloping or classical galloping should be assessed according to EN 1991-1-4.

(5) If chimneys are predicted to be subject to excessive wind vibrations, measures may be

дією вітру, то для зменшення цього приймають заходи при проектуванні включаючи встановлення демпфуючих пристроїв, див. Додаток В.

2.3.3.3 Внутрішній тиск

(1) Якщо можливі випадки, які можуть навести до зниженого або підвищеного тиску, що відхиляється від норми, то такі випадки розглядають як випадкові навантаження.

ПРИМІТКА: Знижений тиск можна визначити, наприклад, із швидкості газового потоку, щільності газу, загального опору потоку і умов навколишнього середовища, див. EN 13084-1, Додаток А.

2.3.3.4 Термічні навантаження

(1) Термічне навантаження може складатися з рівномірно розподіленої по конструкції температури і впливу перепаду температур, викликаного впливом метеорологічних умов і експлуатації, включаючи впливи, що пов'язані з потоком газу.

(2) Метеорологічні температурні навантаження див. в EN 1991-1-5.

(3) Також необхідно врахувати температури, викликані впливом експлуатації і такі, що пов'язані з потоком газу. див. EN 13084-1 і EN 13084-6.

2.3.3.5 Навантаження від ожеледі

(1) Для димових труб, які будуть схильні до навантажень від ожеледі, визначають відповідну товщину льоду, щільності і розподілу.

Примітка 1. Докладніша інформація щодо навантаження від ожеледі може бути встановлена в Національному Додатку.

Примітка 2. Також див. 2.3.2 EN 1993-3-1.

2.3.3.6 Сейсмічні навантаження

(1) Сейсмічні навантаження визначають в EN 1998-6. Також див. EN 13084-1.

2.3.3.7 Спалахування

(1) Необхідно розглянути небезпеку спалаху всередині димової труби.

Примітка. Спалахи в димових трубах можуть бути викликані займанням:
– незгорілого палива, що пройшло через приєднаний бойлер або піч;

taken to reduce these in the design, or by installation of damping devices, see Annex B.

2.3.3.3 Internal pressures

(1) If events are possible that may lead to abnormal under-pressure or to over-pressure, these cases should be treated as accidental loads.

NOTE: The under-pressure may be determined, for example, from the gas flow velocity, the gas density, the total resistance to flow and the ambient conditions, see EN 13084-1, Annex A.

2.3.3.4 Thermal actions

(1) The thermal action may be composed of a temperature uniformly distributed over the structure and differential temperature action caused by meteorological and operational effects including those arising from an imperfect gas flow.

(2) For meteorological thermal actions see EN 1991-1-5.

(3) Temperatures from operational effects and due to imperfect gas flow, should also be taken into account, see EN 13084-1 and EN 13084-6.

2.3.3.5 Ice loads

(1) For chimneys that are likely to be subject to ice loading, the appropriate ice thicknesses, densities and distributions should be determined.

NOTE 1: The National Annex may give further information on ice loading.

NOTE 2: See also 2.3.2 of EN 1993-3-1.

2.3.3.6 Seismic actions

(1) Seismic actions should be determined from EN 1998-6. See also EN 13084-1.

2.3.3.7 Fire

(1) The risk of a fire inside a chimney should be considered.

NOTE: Chimney fires may be caused by ignition of:

– unburned fuel carried over the associated boiler or furnace;

- незгорілого викиду вуглеводню, внаслідок розриву пічної труби;
- шару нагару і виділень сірки;
- будь-яких виділень, наприклад, текстилю, мастила або конденсатів.

(2) Несуча конструкція не повинна піддаватися руйнуванню внаслідок впливу спалаху. Інші частини поблизу димової труби не повинні нагріватися до їх температури займання. Якщо існує небезпека спалаху, необхідно забезпечити наявність відповідного протипожежного покриття. Див. EN 13084-6 і EN 13084-7.

2.3.3.8 Хімічні навантаження

(1) Хімічні навантаження див. в EN 13084-1.

2.4 Перевірки граничних станів за несучою здатністю

(1) Розрахункові величини навантажень і сполучень навантажень див. в EN 1990.

(2) В доповнення до граничного стану по міцності і оцінці втоми важливими при проектуванні можуть бути граничні стани за придатності до експлуатації (див. Частина 7).

Примітка. Частинні коефіцієнти граничних станів по міцності див. в Додатку А.

2.5 Геометричні характеристики

(1) Жорсткість і міцність структурних елементів визначають з використанням початкових геометричних характеристик, враховуючи допуски на корозію або вплив температури, якщо це є важливим, див. частини 3 і 5.

2.6 Стійкість

(1) Вимоги до стійкості задовольняють шляхом здійснення оцінки втоми (див. частину 9) і відповідного вибору розрахункової товщини оболонки (див. пункт 4) і/або відповідного захисту від корозії. Також див. частина 4 EN 1993-1-1.

Примітка. В Національному Додатку може бути встановлена інформація по розрахунковому терміну служби конструкції. Рекомендований термін служби 30 років.

- unburned hydrocarbon carryover following a furnace tube rupture;
- soot and sulphur deposits; and
- any deposits, for example from textile industry, grease or condensates.

(2) The load bearing structure should not fail due to fire action, and any other parts near the chimney should not be heated to their ignition temperature. If there is a risk of fire, appropriate fire proofing should be provided. See EN 13084-6 and EN 13084-7.

2.3.3.8 Chemical actions

(1) For chemical actions see EN 13084-1.

2.4 Ultimate limit state verifications

(1) For design values of actions and combination of actions see EN 1990.

(2) In addition to ultimate limit state and to fatigue assessment limiting amplitudes in the serviceability limit state (see Section 7) may be relevant for design.

NOTE: For partial factors for ultimate limit states see Annex A.

2.5 Geometrical data

(1) The stiffnesses and strengths of the structural parts should be determined with nominal geometrical data taking account of both corrosion allowances or temperature effects if relevant, see sections 3 and 5.

2.6 Durability

(1) Durability should be satisfied by complying with the fatigue assessment (see section 9) and appropriate choice of the calculated shell thickness (see 4) and/or by appropriate corrosion protection. See also section 4 of EN 1993-1-1.

NOTE: The National Annex may give information on the design service life of the structure. A service life of 30 years is recommended.

3 МАТЕРІАЛИ

3.1 Загальні положення

(1) Див. EN 1993-1-1, EN 1993-1-3 і EN 1993-1-4.

3.2 Конструкційна сталь

3.2.1 Властивості матеріалу

(1) Відповідну увагу необхідно приділити зміні механічних властивостей сталі внаслідок температури навколишнього середовища і робочої температури, див. 3.2.2(1).

(2) Для температур, що перевищують 400 °C, необхідно розглянути ефекти повзучості внаслідок температури щоб уникнути руйнування при повзучості.

(3) Вимоги до в'язкості конструкційної сталі див. в EN 1993-1-10.

3.2.2 Механічні властивості конструкційної вуглецевої сталі

(1) Механічні властивості конструкційної вуглецевої сталі S 235, S 275, S 355, S 420, S 460 і сталі, стійкої до атмосферної корозії, S 235, S 275, S 355 див. в EN 1993-1-1. Властивості при вищих температурах див. в EN 13084-7.

3.2.3 Механічні властивості нержавіючої сталі

(1) Механічні властивості нержавіючої сталі див. в EN 1993-1-4, який дійсний для температур до 400 °C. Властивості при вищих температурах див. в EN 13084-7.

3.3 З'єднання

(1) Матеріали для з'єднання, зварювальні матеріали, тощо див. в EN 1993-1-8.

3 MATERIALS

3.1 General

(1) See EN 1993-1-1, EN 1993-1-3 and EN 1993-1-4.

3.2 Structural steels

3.2.1 Material properties

(1) Due account should be taken of the variation of mechanical properties of the steels due to ambient and operational temperatures, see 3.2.2(1).

(2) For temperatures exceeding 400 °C the effects of temperature creep should be considered to avoid creep rupture.

(3) For toughness requirements of structural steels see EN 1993-1-10.

3.2.2 Mechanical properties for structural carbon steels

(1) For the mechanical properties of structural carbon steels S 235, S 275, S 355, S 420, S 460 and for weathering steel S 235, S 275, S 355 see EN 1993-1-1. For properties at higher temperatures see EN 13084-7.

3.2.3 Mechanical properties of stainless steels

(1) For the mechanical properties related to stainless steels see EN 1993-1-4 valid for temperature up to 400 °C. For properties at higher temperatures see EN 10088 and EN 13084-7.

3.3 Connections

(1) For connection material, welding consumables, etc., see EN 1993-1-8.

4 СТІЙКІСТЬ

4.1 Допуск на корозію

(1) Для схильних до впливу корозії поверхонь необхідно робити допуски на корозію. Обчислення стійкості і втоми повинні бути засновані на товщині сталі, що піддається впливу корозії. Якщо сталь не піддається впливу корозії, то це не приводить до необхідності робити допуски.

(2) Допуски на корозію повинен бути рівними сумі зовнішніх (c_{ext}) і внутрішніх допусків (c_{int}), як встановлено нижче. Де це необхідно, дані допуски розраховуються виходячи із 10-річного періоду експлуатації (або частини цього періоду).

(3) Загальний допуск додають до товщини, необхідної для задоволення вимог до міцності і стійкості елементів.

4.2 Зовнішній допуск на корозію

(1) Зовнішній допуск на корозію повинен відповідати умовам навколишнього середовища.

Примітка. В Національному Додатку можуть бути встановлені величини для зовнішнього допуску c_{ext} . Для звичайних умов навколишнього середовища рекомендовані величини наведені в таблиці 4.1.

(2) Зовнішні допуски на корозію застосовують тільки до верхньої частини $5b$ димової труби, де b - зовнішній діаметр димової труби. Якщо димова труба знаходиться в агресивному навколишньому середовищі, викликаному промисловим забрудненням, довколишніми димовими трубами або безпосередньою близькістю до моря, то необхідно розглянути збільшення допусків або вжити заходи захисту.

(3) Необхідно вживати наступні заходи:

a) всі з'єднання повинні бути спроектовані так, щоб усунути або мінімізувати вологозатримання. Наприклад, необхідно розглянути орієнтацію елементів, їх країв і величину кроку, тощо або необхідно забезпечити детальний захист даних з'єднань;

b) на рівні ґрунту конструкцію звільняють

4 DURABILITY

4.1 Allowance for corrosion

(1) When allowance for corrosion is made for exposed surfaces, the calculations for the resistance and fatigue should be based on the corroded thickness of the steel, unless the uncorroded thickness produces more unfavourable stress conditions.

(2) Allowance for corrosion should be the sum of external (c_{ext}) and internal allowances (c_{int}) as given below. Where relevant these allowances should be applied in all or part of each 10 year period.

(3) This total allowance should be added to the thickness needed to satisfy the requirements for strength and stability of the members.

4.2 External corrosion allowance

(1) External corrosion allowance should be appropriate to the environmental conditions.

NOTE: The National Annex may give values for the external allowance c_{ext} . For normal environment the values in Table 4.1 are recommended.

(2) The external corrosion allowances only apply to the top $5b$ of the chimney, where b is the external diameter of the chimney. When a chimney is sited in an aggressive environment, caused by industrial pollution, nearby chimneys or close proximity to the sea, consideration should be given to increasing the allowances or taking protective measures.

(3) The following measures should be taken:

a) all connections should be designed to eliminate or minimise moisture retention. For example orientation of members, edge and pitch distance, etc., should be taken into consideration, or detailed protection of these connections should be provided;

b) vegetation at the ground line should be

від рослинності;

- с) безпосередньо замоноличені елементи або деталі фундаменту повинні мати покриття для того, щоб мінімізувати потенційну можливість корозії внаслідок взаємодії з ґрунтом і впливу постійної вологості.

maintained clear of the structure; and

- с) direct embedment or foundation attachments should be coated to minimize the potential for corrosion due to contact with soil and exposure to constant moisture.

Таблиця 4.1 – Зовнішній допуск на корозію (c_{ext})

Table 4.1 – External corrosion allowance (c_{ext})

Система захисту Protection system	Час впливу Exposure time	
	Перші 10 років First 10 years	Кожний подальший 10-річний період Each additional 10 years period
пофарбована вуглецева сталь (без запланованої програми по перефарбовуванню) painted carbon steel (with no planned programme for repainting)	0	1 мм (mm)
пофарбована вуглецева сталь (із запланованою програмою по перефарбовуванню) painted carbon steel (with a planned programme for repainting)	0	0
пофарбована вуглецева сталь, захищена ізоляцією і водонепроникною оболонкою painted carbon steel protected by insulation and waterproof cladding	0	1 мм (mm)
незахищена вуглецева сталь unprotected carbon steel	1,5 мм (mm)	1 мм (mm)
незахищена сталь, стійка до атмосферної корозії (див. (3)) unprotected weathering steel (see (3))	0,5 мм (mm)	0,3 мм (mm)
незахищена нержавіюча сталь unprotected stainless steel	0	0
незахищена внутрішня поверхня оболонки конструкції і незахищена зовнішня поверхня футерування в димовій трубі з подвійною стінкою або багатостовбурної димової труби (із вуглецевої сталі або сталі, стійкої до атмосферної корозії) unprotected inner surface of the structural shell and unprotected outer surface of the liner in a double skin or multi-flue chimney (for carbon or weathering steel)	0,2 мм (mm)	0,1 мм (mm)

(4) При використанні сталі, стійкої до атмосферної корозії, приймають заходи, встановлені в пункті (3).

(4) If weathering steel is used the measures set out in (3) should be adopted.

4.3 Внутрішній допуск на корозію

4.3 Internal corrosion allowance

(1) Величини внутрішнього допуску на корозію (c_{int}) для сталі встановлені в EN 13084-7.

(1) Values of internal corrosion allowance (c_{int}) for steel are given in EN 13084-7.

5 СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ

5.1 Моделювання димової труби для визначення ефектів від впливів

(1) Як правило, для перевірок граничного стану за несучою здатністю димової труби не враховують можливу сумісну роботу оболонки конструкції і футерування. Проте, необхідно врахувати обмеження футерування, які можуть зробити негативний вплив на безпеку оболонки.

Примітка. Можна врахувати демпфуючі ефекти від взаємодії оболонки конструкції і футерування. Докладніша інформація може бути встановлена в Національному Додатку.

(2) Міцність і стійкість футерування оцінюють, приділяючи відповідну увагу деформаціям, що накладаються оболонкою конструкції.

(3) Відповідну увагу необхідно приділити впливам температури на жорсткість і міцність сталі, яка використована в конструкції димової труби.

(4) При обчисленні жорсткості димової труби приймають товщину оболонки, підтверджену впливу корозії. Якщо сталь не піддається впливу корозії, то це не приводить до необхідності робити допуски. Відповідну увагу необхідно приділити зовнішній і внутрішній корозії відповідно до 4.2 і 4.3.

5.2 Обчислення внутрішніх зусиль і напружень

5.2.1 Аналіз оболонки конструкції

(1) Для обчислення результируючих зусиль і напружень в оболонці конструкції див. EN 1993-1-6.

(2) Як правило, допустимо використовувати лінійний аналіз оболонки (ЛА) за допомогою аналітичних засобів або за допомогою кінцевих елементів.

Примітка. Правила і формули для ЛА циліндрових і конічних оболонок встановлені в EN 1993-1-6.

(3) Для непідкріплених вертикальних кільцеподібних циліндрових оболонок мембранне напруження, що виникає від зовнішніх впливів, можна визначити за

5 STRUCTURAL ANALYSIS

5.1 Modelling of the chimney for determining action effects

(1) Generally for ultimate limit state verifications of the chimney, possible composite action between the structural shell and the liner should be disregarded. Restraints of the liner that may adversely affect the safety of the shell should however be taken into account.

NOTE: Damping effects from interaction of the structural shell and the liner may be taken into account. The National Annex may give further information.

(2) The strength and stability of the liner should then be assessed with due regard to the deformations imposed from the structural shell.

(3) Due regard should be given to the temperature effects on the stiffness and strength of the steels used in the chimney structure.

(4) In calculating the stiffness of the chimney the corroded thickness of the shell should be adopted unless the uncorroded thickness produces more onerous stress conditions. Due account of both the external and internal corrosion should be considered in accordance with 4.2 and 4.3.

5.2 Calculation of internal stress resultants and stresses

5.2.1 Analysis of the structural shell

(1) For the calculation of stress resultants and stresses in the structural shell see EN 1993-1-6.

(2) In general, linear shell analysis (LA), either by analytical tools or by finite elements, may be used.

NOTE: Rules and formulae for LA analysis of cylindrical and conical shells are given in EN 1993-1-6.

(3) For unstiffened vertical circular cylindrical shells the membrane stresses from external actions may be determined from membrane theory, treating the cylinder as a

мембранною теорією, де ефекти згину оболонки можна не враховувати, за винятком окружних моментів згину внаслідок нерівномірного розподілу тиску вітру по колу:

Примітка. Критерії для врахування ефектів оболонки можуть бути встановлені в Національному Додатку. Рекомендуються наступні критерії:

$$l/r_m \geq 0,14r_m/t + 10 \quad (5.1)$$

де:

l – загальна висота;

r_m – середній радіус оболонки (тобто в середині листа);

t – товщина листа, підтверженого впливу корозії.

Окружні моменти згину на одиницю довжини можна приблизно визначити таким чином:

$$m_y = 0,5r_m^2w_e \quad (5.2)$$

де:

w_e – тиск вітру, що впливає на зовнішню поверхню конструкції, визначається з 5.1 EN 1991-1-4, приймаючи за z висоту димової труби.

Окружні моменти згину внаслідок тиску вітру (для основної швидкості вітру до 25 м/сек (див. EN 1991-1-4) можна не враховувати в непідкріплених циліндричних оболонках, де:

$$r_m/t \leq 160 \quad (5.3)$$

Для оболонок, підкріплених кільцями жорсткості, і для сукупності підкріплених кільцями жорсткості циліндричних і конічних оболонок мембранну напругу можна визначити за допомогою мембранної теорії, незалежно від співвідношень l/r_m і r_m/t . Ефекти згину оболонки можна не враховувати якщо дотримані наступні умови:

- кільця жорсткості, що встановлюються для перерозподілу тиску вітру, повинні бути спроектовані з урахуванням окружних моментів згину;
- кільця жорсткості, що встановлюються на місцях переходу від циліндра до конуса, повинні бути спроектовані з урахуванням відхилень меридіональних

global beam, where shell bending effects can be neglected, apart from the circumferential bending moments due to non-uniform wind pressure distribution around circumference:

NOTE: The criteria for neglecting shell effects may be given in the National Annex. The recommended criteria are as follows:

where:

l is the total height

r_m is the medium radius of the shell (i.e. in the middle of the plate)

t is the corroded plate thickness

The circumferential bending moments per unit length may be approximately determined from:

where:

w_e is the wind pressure, acting on the external surface of a structure, determined from 5.1 of EN 1991-1-4 taking z as the height of the chimney.

Circumferential bending moments due to wind pressure (for basic wind velocities up to 25 m/sec (see EN 1991-1-4) may be neglected in unstiffened cylindrical shells where:

For ring-stiffened cylindrical shells and for assemblies of ring-stiffened cylindrical and conical shells the membrane stresses may, independent of the l/r_m - and r_m/t -ratios, be determined from membrane theory treating the structure as a global beam. Shell bending effects may be neglected, provided that the following conditions are fulfilled:

- ring stiffeners provided to carry wind pressure should be designed for the circumferential bending moments
- ring stiffeners provided at the intersections between cylinders and cones should be designed for the equilibrium forces resulting from deviating the meridional

мембранних сил.

Результуючі напруження і напруження, що отримуються в результаті вище наведених обчислень, використовують для перевірки міцності, див. 6.2.1, і перевірки повздожнього згину оболонки, див. 6.2.2.

5.2.2 Дефекти

(1) Горизонтальні дефекти вільноспираючих димових труб враховують, приймаючи за бічне відхилення, Δ в (м), від вертикалі у верхній частині:

$$\Delta = \frac{h}{500} \sqrt{1 + \frac{50}{h}} \quad (5.4)$$

де:

h - загальна висота димової труби, в м.

(2) Локальні дефекти оболонки конструкції включені у формулу міцності для стійкості при повздожньому згині, встановлену в EN 1993-1-6, та їх не потрібно враховувати при загальному аналізі.

Примітка. Також див. відповідні геометричні допуски в Додатку E.

(3) Дефекти інших елементів димової труби при осьовому стисненні розглядають відповідно до 5.3 EN 1993-1-1.

5.2.3 Загальний аналіз

(1) Якщо оболонка розраховується за балочною схемою, див. 5.2.1, то обчислення можна проводити, використовуючи загальну теорію балок першого порядку, коли:

$$\frac{N_b}{N_{crit}} \leq 0,10 \quad (5.5)$$

де:

N_b - розрахункова величина загального вертикального навантаження, у нижнього краю оболонки;

N_{crit} - пружня критична сила у нижнього краю оболонки (див. EN 1993-1-6).

(2) Якщо оболонка розраховується за балочною схемою, див. 5.2.1, і застосовують загальну теорію другого порядку, то моменти згину другого порядку M'_b можна приблизно визначити з моменту першого порядку, M_b , з:

membrane forces.

The stress resultants and stresses resulting from the above calculations should be used for both the strength verification, see 6.2.1, and the shell buckling verification, see 6.2.2.

5.2.2 Imperfections

(1) Horizontal imperfections of self-supporting cantilevered chimneys should be allowed for by assuming a lateral deviation, Δ in [m], from the vertical at the top of:

where:

h is the total height of the chimney in [m].

(2) Local imperfections of the structural shell are included in the strength formulae for the buckling resistance given in EN 1993-1-6 and need not be allowed for in the global analysis.

NOTE: See also relevant geometrical tolerances in Annex E.

(3) Member imperfections of other members of the chimney for members with axial compression should be considered in accordance with 5.3 of EN 1993-1-1.

5.2.3 Global analysis

(1) When the structural shell is calculated as a beam, see 5.2.1, it may be calculated using global first order beam theory, when:

where:

N_b is the design value of the total vertical load, at the foot of the shell

N_{crit} is the elastic critical value for failure, at the foot of the shell (see EN 1993-1-6)

(2) When the structural shell is calculated as beam, see 5.2.1, and global second order theory has to be applied, the second order bending moments, M'_b for the beam may be approximately determined from the first order moment, M_b , from:

$$M'_b = M_b \left(1 + \frac{\eta^2}{8} \right) \quad (5.6)$$

при

With

$$\eta = h \sqrt{\left(\frac{N_b}{EI} \right)} \quad (5.7)$$

де:

h – загальна висота оболонки;
 EI – жорсткість при згині у нижнього краю оболонки.

where:

h is the total height of the shell
 EI is the bending stiffness at the foot of the shell

(3) Даний спрощений метод застосовують тільки тоді, коли:

(3) This simplified method may only be applied when:

$$\eta \leq 0,8; i \text{ (and)} \quad (5.8a)$$

$$\frac{N_{top}}{N_b} \leq 0,10 \quad (5.8b)$$

де:

N_{top} - розрахункова величина загального вертикального навантаження у верхнього краю оболонки.

where:

N_{top} is the design value of the total vertical load at the top of the shell.

6 ГРАНИЧНІ СТАНИ ЗА НЕСУЧОЮ ЗДАТНІСТЮ

6 ULTIMATE LIMIT STATES

6.1 Загальні положення

6.1 General

(1)Р За частинний коефіцієнт γ_M приймають наступне:

(1)P The partial factor γ_M shall be taken as follows:

- опір елементів конструкції або елементів при розрахунку по межі текучості f_y , за відсутності загального або місцевого повздожнього згину – γ_{M0} ;
- опір елементів конструкції або елементів при розрахунку по межі текучості f_y , за наявності загального або місцевого повздожнього згину – γ_{M1} ;
- опір елементів конструкції або елементів при розрахунку по межі міцності при розтягу f_u , - γ_{M2} ;
- опір з'єднань і швів - див. EN 1993-1-8.

- resistance of structural elements or members related to the yield strength f_y , when no global or local buckling occurs γ_{M0} ;
- resistance of structural elements or members related to the yield strength f_y , where global or local buckling is considered γ_{M1} ;
- resistance of structural elements or members related to the ultimate tensile strength f_u , γ_{M2} ;
- resistance of connections and joints see EN 1993-1-8.

Примітка. Частинні коефіцієнти для димових труб можуть бути встановлені в Національному Додатку. Рекомендуються наступні чисельні значення:

$\gamma_{M0} = 1,00$;
 $\gamma_{M1} = 1,10$;

NOTE: Partial factors for chimneys may be defined in the National Annex. The following numerical values are recommended:

$\gamma_{M0} = 1,00$;
 $\gamma_{M1} = 1,10$;

$$\gamma_{M2} = 1,25.$$

(2)P Димові труби перевіряють на:

- статичну рівновагу;
- міцність елементів конструкції;
- загальну стійкість;
- місцевий повздовжній згин елементів конструкції;
- втому (при необхідності включаючи малоциклову втому) елементів конструкції;
- руйнування з'єднань.

6.2 Оболонки

6.2.1 Перевірка міцності

(1) Міцність оболонки конструкції і футерування перевіряють на пластичне руйнування або розрив при розтягу.

(2) Якщо оболонка конструкції або футерування спроектована з урахуванням зовнішніх впливів за балочною схемою, див. 5.2.1, її перевіряють відповідно до EN 1993-1-1 або EN 1993-1-3, враховуючи клас перерізу.

(3) В інших випадках оболонку конструкції або футерування перевіряють відповідно до методів, встановлених в EN 1993-1-6.

(4) Послаблення міцності компонентів поперечного перерізу в місцях вирізів і отворів (наприклад, оглядових отворів, димових отворів, тощо) компенсують за допомогою арматури відповідного розміру, враховуючи локальну стійкість оболонки і ефекти втоми, внаслідок чого може знадобитися використання елементів жорсткості навколо країв (див. рис. 6.1).

(5) При використанні повздовжніх елементів жорсткості необхідно приділити увагу перевірці того, що вони сприймають окружні моменти згину стінок оболонки, які виникають над і під відповідними отворами, якщо розглядають розподіл меридіональних (повздовжніх) напружень.

(6) Повздовжні елементи жорсткості

$$\gamma_{M2} = 1,25.$$

(2)P Chimneys shall be checked for the following ultimate limit states:

- static equilibrium;
- strength of its structural elements;
- overall stability;
- local buckling of its structural elements;
- fatigue (including low cycle fatigue if relevant) of its structural elements; and
- failure of connections.

6.2 Structural shells

6.2.1 Strength verification

(1) The strength of the structural shell and liner should be verified by checking it for the ultimate limit state of plastic collapse or tensile rupture.

(2) When the structural shell or liner is designed for external actions as a global beam, see 5.2.1, it should be verified according to EN 1993-1-1 or EN 1993-1-3, taking due account of the class of section.

(3) In all other cases the structural shell or liner should be verified according to the methods given in EN 1993-1-6.

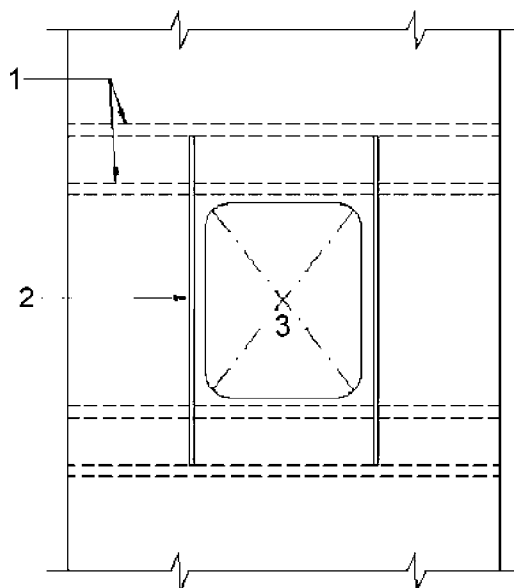
(4) Weakening of cross-section components by cut-outs and openings (e.g. manholes, flue openings, etc.) should be compensated for by adequately sized reinforcement, taking into account local shell stability and fatigue effects, as a result of which stiffeners may be required around the edges (see Figure 6.1).

(5) When longitudinal stiffeners are used, care should be taken to ensure that any circumferential bending stresses of the shell walls, occurring in the vicinity above and below the respective openings are included if load distribution of the meridional (longitudinal) stresses is considered.

(6) The longitudinal stiffeners should be

повинні бути достатньо довгими, щоб розподіляти напруження за основною площею оболонки.

chosen long enough so as to be capable of distributing stresses into the main area of the shell.



1 - можливі кільця жорсткості;
2 - повздовжній елемент жорсткості;
3 - виріз

1 Possible stiffening rings
2 Longitudinal stiffener
3 Cut out

Рисунок 6.1 – Придання жорсткості круглим вирізам і отворам
Figure 6.1 – Stiffening round cut-outs and openings

Примітка. В Національному Додатку можуть бути встановлені обмеження для отвору. Рекомендуються наступні обмеження:

Розподіл локального напруження можна, як правило, вважати задовольняючим вимогам, якщо елементи жорсткості виступають над і під отвором на, щонайменше, 0,8 відстані між елементами жорсткості або 0,8 висоти отвору, вибираючи більше значення, і максимальний кут отвору повинен складати 120°.

(7) Для сприйняття колових напружень при згині допустимо використовувати додаткові кільця жорсткості, що приєднуються до краю отвору і до кінців повздовжніх елементів жорсткості.

(8) Кільця жорсткості перевіряють відповідно до Додатку С EN 1993-1-6.

6.2.2 Перевірка стійкості

(1) Стійкість оболонки конструкції перевіряють, використовуючи методи, встановлені в частині 8 EN 1993-1-6.

(2) Якщо при обчисленні зовнішніх впливів оболонки конструкції розглядають

NOTE: The National Annex may define limits for the opening. The following limits are recommended:

Local stress distribution may generally be deemed to be satisfied if the stiffeners project above and below the opening at least 0,8 times the spacing of the stiffeners or 0,8 times the height of the opening, whichever is the greatest and the maximum angle of the opening should be 120°.

(7) Additional ring stiffeners attached at the hole's edge, and at the end of the longitudinal stiffeners, may be used for the absorption of the circumferential bending stresses.

(8) Ring stiffeners should be checked according to Annex C of EN 1993-1-6.

6.2.2 Stability verification

(1) The stability of the structural shell should be verified by checking it for the ultimate limit state of local shell buckling, using the methods given in section 8 of EN 1993-1-6.

(2) When the structural shell is calculated for external actions as a global beam, see 5.2.1,

за балочною схемою, див. 5.2.1, то застосовують принцип розрахунку напружень, встановлений в EN 1993-1-6.

(3) Якщо необхідно застосувати балочну теорію другого порядку, див. 5.2.3, то перевірку на поздовжній згин оболонки проводять за меридіональними мембранними напруженнями стиску, з урахуванням ефектів другого порядку.

6.3 Оцінка безпеки інших елементів конструкції димової труби

(1) Міцність і стійкість стрижньових елементів димової труби перевіряють як частину оболонкової конструкції, див. 6.2.

(2) Міцність і стійкість футерування димових труб з подвійною стінкою або багатостовбурних димових труб перевіряють по аналогії з оболонкою конструкції, див. 6.2.

(3) Якщо це доцільно, то перевірку на поздовжній згин футерування оболонки можна проводити як перевірку придатності до експлуатації, див. частина 7.

(4) Якщо несучі елементи системи димової труби передають навантаження на інші елементи конструкції, то міцність і стійкість даних елементів та їх з'єднань перевіряють відповідно до 6.2 і 6.4.

6.4 Вузли і з'єднання

6.4.1 Загальні положення

(1) Для вузлів і з'єднань див. в EN 1993-1-8.

Примітка. Частинні коефіцієнти для вузлів і з'єднань в димових трубах можуть бути встановлені в Національному Додатку. Рекомендовані чисельні величини, встановлені в таблиці 2.1 EN 1993-1-8.

6.4.2 Фланцеві болтові з'єднання

(1) Напруження в болтах і фланці обчислюють, враховуючи ексцентриситет навантаження, що передається від оболонки.

Примітка. Докладніша інформація про проектування фланцевих болтових з'єднань може бути встановлена в Національному Додатку.

(2) Фланці повинні бути приварені до оболонки безперервним зварним швом.

the stress design concept in EN 1993-1-6 should be applied.

(3) When global second order beam theory needs to be applied, see 5.2.3, the shell buckling check should be carried out with meridional compressive membrane stresses which include second order effects.

6.3 Safety assessment of other structural elements of the chimney

(1) The strength and stability of bar type elements of the chimney should be verified as part of the structural shell, see 6.2.

(2) The strength and stability of liners of double-skin chimneys or multi-flue chimneys should be verified analogously to the structural shell, see 6.2.

(3) If relevant, the shell buckling check of a liner may be handled as a serviceability check, see section 7.

(4) If the load bearing system of the chimney is connected to other structural elements, the strength and stability of such elements and their connections should be verified in accordance with 6.2 and 6.4.

6.4 Joints and connections

6.4.1 General

(1) For joints and connections see EN 1993-1-8.

NOTE: The partial factors for joints and connections in chimneys may be given in the National Annex. The numerical values given in Table 2.1 of EN 1993-1-8 are recommended.

6.4.2 Flange bolted connections

(1) The stress in the bolts and in the flange should be calculated taking consideration of the eccentricity of the loading transmitted by the shell.

NOTE: The National Annex may give further information on the design of flange bolted connections.

(2) Flanges should be continuously welded to the structural shell. Intermittent welding

Переривчасте зварювання не використовують.

(3) Використовують попередньо напружені високоміцні болти.

(4) Максимальна відстань між центрами болтів повинна складати $10d$. При розгляді вплив послаблень посиляються на EN 13084: Частина 6, оскільки в подальшому може виникнути необхідність зменшення відстані між отворами (можливо до $5d$), де d - діаметр болта.

(5) Мінімальний діаметр болта повинен складати $d = 12$ мм.

(6) За відсутності можливості контролю болтів впродовж терміну служби димової труби, як правило, не використовують внутрішні фланці.

(7) Фланці повинні мати форму кільця яке точно відповідає оболонці. Будь-який проміжок між фланцем і оболонкою повинен бути таким, щоб задовольняти технічним вимогам для зварювання.

(8) Необхідно брати до уваги можливість концентрації напруження в оболонці поблизу болтів, згин фланця і оболонки і додаткові напруження внаслідок можливих деформацій.

(9) При проектуванні відповідну увагу необхідно приділити температурі і зміні температури фланцевого з'єднання.

6.4.3 З'єднання димової труби із фундаментом або опорною конструкцією

(1) З'єднання сталеві оболонки з бетонним фундаментом або опорною конструкцією повинне витримувати перекидаючий момент, нормальну силу і силу зсуву, що виникає в основі оболонки і передану на фундамент.

(2) Якщо з'єднання виготовлене з використанням несучої плити або фундаментних болтів, то навантаження в болтах обчислюють, враховуючи ексцентриситет навантаження, що передається від оболонки.

Примітка 1. В Національному Додатку може бути встановлена докладніша інформація про проектування з'єднань з фундаментом.

should not be used.

(3) Preloaded high strength bolts should be used.

(4) The maximum distance between centres of the bolts should be $10d$. When considering leakage effects, reference should be made to EN 13084: Part 6 as the spacing may need to be reduced further (possibly to $5d$) where d is the diameter of the bolt.

(5) The minimum bolt diameter should be $d = 12$ mm.

(6) If the bolts are not inspectable during the whole lifetime of the chimney, internal flanges should normally be avoided.

(7) The flanges should be formed into a ring to accurately fit the structural shell. Any gap between the flange and the structural shell should be such as to allow the welding specification to be met.

(8) The possibility of stress concentrations in the shell near the bolts, the bending of the flange and of the shell and additional stresses due to possible deformations should be considered.

(9) Due consideration should be given to temperature and variation of temperature of the flange joint in the joint design.

6.4.3 Connection of chimney to the foundation or supporting structure

(1) The connection of the steel shell to the concrete foundation or to the supporting structure should resist the overturning moment, normal force and shear force developed at the shell base and transmitted to the foundation.

(2) When the connection is made using a base plate and anchor bolts, the load in the bolts should be calculated taking into consideration the eccentricity of the loading transmitted by the shell.

NOTE 1: The National Annex may give further information on the design of the connections to foundations.

Примітка 2. Перевірку втоми див. в частині 9.

Примітка 3. Можливо, наприклад, що болти, які не є попередньо напруженими, відповідають вимогам до втоми, якщо коливання оболонки значно зменшені за допомогою використання аеродинамічних або демпфуючих пристроїв.

(3) Якщо використовують інші методи з'єднання сталеві оболонки з фундаментом, наприклад, за допомогою продовження і закладення оболонки безпосередньо в бетонний фундамент, то необхідно перевірити, що конструкція є надійною, і необхідно врахувати особливі деталі конструкції, що відносяться до методу, який приймається.

6.5 Зварні з'єднання

(1) Для з'єднань в сталевих димових трубах, виготовлених за допомогою зварювання, див. EN 1993-1-8, EN 1993-1-9 і EN 13084-1.

7 ГРАНИЧНІ СТАНИ ПО ПРИДАТНОСТІ ДО ЕКСПЛУАТАЦІЇ

7.1 Основи

(1) Для сталевих димових труб необхідно розглянути наступні граничні стани по придатності до експлуатації:

- деформації і відхилення у напрямі вітру і/або у напрямі поперек вітру, які негативно позначаються на зовнішньому вигляді або ефективному використанні конструкції;
- вібрації, коливання чи розгойдування, які можуть викликати тривогу у людей, що знаходяться поруч;
- деформації, відхилення, вібрації, коливання або розгойдування, що можуть спричинити пошкодження елементів, які не відносяться до конструкції.

(2) Якщо у відповідних пунктах, що розглядають граничні стани по придатності до експлуатації, встановлені спрощені правила відповідності, то не потрібно здійснювати докладні обчислення, використовуючи сполучення впливів.

NOTE 2: For fatigue verification see section 9.

NOTE 3: It may be possible, for example, that non-preloaded bolts meet the fatigue requirements if oscillations are significantly reduced by using aerodynamic or damping devices.

(3) If other methods of connecting the steel shell to the foundations are used, for instance by extending and embedding the shell directly into the concrete foundation, it should be shown that the design model is structurally reliable, and the particular constructional details associated with the adopted method, should be taken into account.

6.5 Welded connections

(1) For connections in steel chimneys made by welding see EN 1993-1-8, EN 1993-1-9 and EN 13084-1.

7 SERVICEABILITY LIMIT STATES

7.1 Basis

(1) The following serviceability limit states should be considered for steel chimneys:

- deformations or deflections in the along wind direction and/or in the cross-wind direction which adversely affect the appearance or effective use of the structure;
- vibrations, oscillations or sway which may cause alarm among bystanders;
- deformations, deflections, vibrations, oscillations or sway which cause damage to non-structural elements.

(2) Where simplified compliance rules are given in the relevant clauses dealing with serviceability limit states, detailed calculations using combinations of actions need not be undertaken.

Примітка. Частинні коефіцієнти, як правило, приймають рівними 1,00 для всіх граничних станів по придатності до експлуатації.

7.2 Відхилення

(1) Максимальна величина відхилення (δ_{\max}) від вітрового навантаження, визначається в EN 1991-1-4, у напрямі вітру у верхній частині вільностоячої димової труби повинна бути обмеженою.

Примітка. Гранична величина може бути встановлена в Національному Додатку. Рекомендується наступна величина:

$$\delta_{\max} = h/50 \quad (7.1)$$

де:

h - загальна висота димової труби.

(2) Максимальні величини амплітуд вібрації у верхній частині вільностоячої димової труби внаслідок вихрового збудження повинні бути обмеженими.

Примітка 1. Для визначення максимальних величин див. Додаток E EN 1991-1-4.

Примітка 2. Граничні величини амплітуд вібрації можуть бути встановлені в Національному Додатку. При використанні класів надійності відповідно до Додатку А даної частини рекомендуються граничні величини відповідно до таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Рекомендації для максимальних амплітуд вібрації у напрямі поперек вітру
Table 7.1 – Recommendations for maximum amplitudes of cross-wind vibration

Клас надійності Reliability class	Граничні величини амплітуди вібрації у напрямі поперек вітру Limits to cross-wind vibration amplitude	
3	0,05	Від зовнішнього діаметра times the outer diameter
2	0,10	Від зовнішнього діаметра times the outer diameter
1	0,15	Від зовнішнього діаметра times the outer diameter

8 ПРОЕКТУВАННЯ, ЩО СУПРОВОДЖУЄТЬСЯ ВИПРОБУВАННЯМ

(1) Використовується положення для проектування, що супроводжується випробуванням, встановленим в EN 1990.

(2) Величини логарифмічного декремента, відмінні від наведених у EN 1991-1-4, підтверджуються за допомогою випробування. Настанову див. в Додатку D.

NOTE: Partial factors are normally taken as 1,00 for all serviceability limit states.

7.2 Deflections

(1) The maximum value of deflection (δ_{\max}) as determined from EN 1991-1-4 in the along-wind direction at the top of a self-supporting chimney due to the characteristic value of along-wind loading should be limited.

NOTE: The National Annex may give the limiting value. The following value is recommended:

$$\delta_{\max} = h/50 \quad (7.1)$$

where:

h is the overall height of the chimney.

(2) The maximum values for the vibration amplitudes at the top of a self-supporting chimney due to vortex shedding should be limited.

NOTE 1: For determining the maximum values see Annex E of EN 1991-1-4.

NOTE 2: The National Annex may give limiting values for vibration amplitudes. Where the reliability classes according to Annex A of this Part are used the limiting values according to Table 7.1 are recommended.

8 DESIGN ASSISTED BY TESTING

(1) The provisions for design assisted by testing given in EN 1990 should be followed.

(2) Values of logarithmic decrement different from EN 1991-1-4 should be proved by test. For guidance see annex D.

9 ВТОМА

9.1 Загальні положення

(1) Необхідно приділити увагу можливим ефектам втоми, викликаних змінними напруженнями від постійних навантажень і вітру.

Примітка. Оскільки втома, як правило, обумовлюється вихровим збудженням, то при перевірці втоми не беруть до уваги змінні напруження при коливаннях повздовж вітрового потоку.

(2) Для перевірки втоми див. EN 1993-1-9.

(3) При перевірці напружень на краях отворів або з'єднань особливої форми допустимо використовувати коефіцієнти концентрації напруження відповідно до EN 1993-1-6.

Примітка. Докладніша інформація про моделювання аналізу напруження встановлена в Національному Додатку.

(4) Для димових труб, виготовлених з жаростійких легованих сталей, що використовуються при температурах більше 400 °C, необхідно своєчасно врахувати сполучення руйнування, викликаного температурою, з втомним руйнуванням.

Примітка. Докладніша інформація може бути встановлена в Національному Додатку.

(5) Дана частина не розглядає корозійну втому.

9.2 Втомне навантаження

9.2.1 Вібрації повздовж вітру

(1) При оцінці втомного навантаження внаслідок вібрацій повздовж вітру необхідно враховувати ефекти пульсації вітру.

Примітка. Для оцінки втомного навантаження від вібрацій повздовж вітру див. 9.2.1 в EN 1993-3-1.

9.2.2 Вібрації поперек вітру

(1) Втомне навантаження внаслідок вібрацій поперек вітру можна визначити із діапазонів максимального напруження.

Примітка. Для визначення діапазонів напруження і кількості циклів див. 2.4 і 1.5.2.6 Додатків E

9 FATIGUE

9.1 General

(1) Consideration should be given to possible fatigue effects that arise from stress ranges induced by inline forces and by cross wind forces.

NOTE: As fatigue from cross wind vortex vibrations normally governs design, the fatigue verification related to inline forces need normally not be undertaken.

(2) For fatigue verification see EN 1993-1-9.

(3) Where the geometrical stress method is used, such as at openings or by a particular shape of connection, stress concentration factors may be used according to EN 1993-1-6.

NOTE: The National Annex may give further information on the modelling for stress analysis.

(4) For chimneys made of heat resistant alloy steels which are used for temperatures > 400 °C the addition of the temperature induced damage with the fatigue damage should be duly accounted for.

NOTE: The National Annex may give further information.

(5) This Part does not cover corrosion fatigue.

9.2 Fatigue loading

9.2.1 Along-wind vibrations

(1) In assessing fatigue loading due to along-wind vibrations, gust effects need to be taken into account.

NOTE: For assessing fatigue loading from along-wind vibrations see 9.2.1 of EN 1993-3-1.

9.2.2 Cross-wind vibrations

(1) The fatigue loading for cross-wind vibrations may be determined from the maximum stress ranges.

NOTE: For determining the stress ranges and the number of cycles see 2.4 and 1.5.2.6 of annex E of EN 1991-1-4.

EN 1991-1-4.

(2) До димових труб заввишки менше 3 м не застосовують перевірку втоми.

(3) Якщо критична швидкість вітру димової труби внаслідок вихрового збудження перевищує 20 м/сек, то кореляцію вітру по висоті на відстані нижче 16 м над рівнем землі не враховують, див. EN 1991-1-4.

(4) Вищі форми коливань необхідно враховувати, якщо критична швидкість вітру для даних форм коливань нижча за граничну величину (див. EN 1991-1-4).

9.3 Опір високоцикловій втомі

(1) Таблиці втомних опорів для деталей конструкції зварних оболонок димових труб див. в EN 1993-1-9.

Примітка. Настанова по використанню EN 1993-1-9 і збільшення втомного опору відповідно до якості зварних швів див. в Додатку С.

(2) Якщо система захисту від корозії не передбачена, і для товщини листа є допуски на корозію, деталі класифікують на одну категорію нижче, ніж встановлено в таблицях категорій деталей (див. рис. 7.1 EN 1993-1-9).

9.4 Оцінка безпеки

(1) Оцінку безпеки для втоми здійснюють відповідно до пункту 8(2) EN 1993-1-9, використовуючи:

$$\Delta\sigma_{E,2}=\lambda\Delta\sigma_E \quad (9.1)$$

де:

λ - коефіцієнт еквівалентності для $\Delta\sigma_E$ циклів $N_c = 2 \times 10^6$;

$\Delta\sigma_E$ - діапазон напружень, що відноситься до N циклів (див. 9.2), враховує коефіцієнти концентрації напруження, де це доцільно.

(2) Коефіцієнт еквівалентності λ можна визначити за формулою:

$$\lambda = \left(\frac{N}{2 \times 10^6} \right)^{\frac{1}{m}} \quad (9.2)$$

де:

m - нахил кривої S-N.

(2) No fatigue verification need be undertaken for chimneys which are lower than 3m in height.

(3) If the critical wind speed of the chimney for vortex excitation is greater than 20 m/sec the correlation length(s) below 16m above ground need not be taken into account, see EN 1991-1-4.

(4) Higher modes should be considered where the critical wind speed for those modes is below the limiting value (see EN 1991-1-4).

9.3 High cycle fatigue resistances

(1) For tables of fatigue resistances for constructional details of welded shell structures of chimneys, see EN 1993-1-9.

NOTE: Guidance on the use of EN 1993-1-9 and enhancement of fatigue resistances according to the quality of welds see Annex C.

(2) If there is a corrosion allowance for the plate thickness instead of a corrosion protection system, the details should be classified one detail category lower than that value given in the tables of the detail categories. (See Figure 7.1 of EN 1993-1-9.)

9.4 Safety assessment

(1) The safety assessment for fatigue should be performed according to 8(2) EN 1993-1-9, using:

where:

λ is the equivalence factor to transfer $\Delta\sigma_E$ to $N_c = 2 \times 10^6$ cycles

$\Delta\sigma_E$ is the stress range associated with N cycles (see 9.2) allowing for stress concentration factors where appropriate

(2) The equivalence factor λ may be determined from:

where:

m is the slope of the S-N curve.

9.5 Частинні коефіцієнти втоми

(1) Частинні коефіцієнти втоми приймають рівними коефіцієнтам, встановленим в пункті 3(6) і пункті (7), і 6.2(1) EN 1993-1-9.

Примітка. Чисельні величини γ_{FF} і γ_{MF} можуть бути встановлені в Національному Додатку. Для γ_{FF} рекомендована величина $\gamma_{FF} = 1,00$. Для γ_{MF} див. таблицю 3.1 EN 1993-1-9.

9.5 Partial factors for fatigue

(1) The partial factors for fatigue should be taken as specified in 3(6) and (7) and 6.2(1) of EN 1993-1-9.

NOTE: The National Annex may give the numerical values for γ_{FF} and γ_{MF} . For γ_{FF} the value $\gamma_{FF} = 1,00$ is recommended. For γ_{MF} see Table 3.1 in EN 1993-1-9.

**ДОДАТОК А (обов'язковий)
ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ НАДІЙНОСТІ І
ЧАСТИННІ КОЕФІЦІЄНТИ ВПЛИВУ**

A.1 Диференціація надійності сталевих димових труб

(1) Диференціацію надійності можна застосовувати до сталевих димових труб шляхом застосування класів надійності.

Примітка. В Національному Додатку можуть бути встановлені відповідні класи надійності, конструкції в залежності від наслідків руйнування. Рекомендовані класи наведені в таблиці А.1.

ANNEX A [normative] – RELIABILITY DIFFERENTIATION AND PARTIAL FACTORS FOR ACTIONS

A.1 Reliability differentiation for steel chimneys

(1) Reliability differentiation may be applied to steel chimneys by the application of reliability classes.

NOTE: The National Annex may give relevant reliability classes related to the consequences of structural failure. The classes in Table A.1 are recommended.

Таблиця А.1 – Диференціація надійності димових труб
Table A.1 – Reliability differentiation for chimneys

Клас надійності Reliability Class	
3	Димові труби зведені в стратегічних місцях, таких як атомні електростанції або густо населені пункти міського типу. Головні димові труби в населених промислових пунктах, де економічні і соціальні наслідки їх руйнування будуть дуже великими. Chimneys erected in strategic locations, such as nuclear power plants or in densely populated urban locations. Major chimneys in manned industrial sites where the economic and social consequences of their failure would be very high.
2	Звичайні димові труби в промислових пунктах або місцях, які не можна віднести до класу 1 або класу 3. All normal chimneys at industrial sites or other locations that cannot be defined as Class 1 or Class 3.
1	Димові труби зведені на відкритій сільській місцевості, руйнування яких не заподіє збитку. Димові труби заввишки до 16 м в ненаселених пунктах. Chimneys built in open countryside whose failure would not cause injury. Chimneys less than 16m high in unmanned sites.

A.2 Частинні коефіцієнти впливів

(1) Частинні коефіцієнти впливів можуть залежати від класу надійності димової труби.

Примітка 1. При виборі частинних коефіцієнтів для постійних навантажень γ_G і для змінних навантажень γ_Q можна врахувати домінуючий вплив навантаження вітру для проектування.

Примітка 2. Чисельні величини γ_G і γ_Q можуть бути встановлені в Національному Додатку. Якщо використовують класи надійності, що рекомендуються в А.1, то рекомендовані чисельні величини наведені в таблиці А.2 для γ_G і γ_Q .

A.2 Partial factors for actions

(1) Partial factors for actions may be dependant on the reliability class of the chimney.

NOTE 1: In the choice of partial factors for permanent actions γ_G and for variable actions γ_Q the dominance of wind actions for the design may be taken into account.

NOTE 2: The National Annex may give numerical values of γ_G and γ_Q . Where the reliability classes recommended in A.1 are used the numerical values in Table A.2 for γ_G and γ_Q are recommended.

Таблиця А.2 – Частинні коефіцієнти для постійних і змінних впливів
Table A.2 – Partial factors for permanent and variable actions

Тип ефекту Type of Effect	Клас надійності, див. примітку до 2.1.2 Reliability Class, see NOTE to 2.1.2	Постійні впливи Permanent Actions	Зміні впливи Variable Actions
несприятливий unfavourable	3	1,2	1,6
	2	1,1	1,4
	1	1,0	1,2
сприятливий favourable	Всі класи All Classes	1,0	0,0
Аварійна ситуація Accidental situations		1,0	1,0

Примітка 3. В Національному Додатку може бути встановлена інформація про динамічні характеристики навантаження від вітру, також див. Додаток В EN 1993-3-1.

NOTE 3: The National Annex may also give information on the use of dynamic response analysis for wind action, see also Annex B of EN 1993-3-1.

ДОДАТОК В (інформаційний) АЕРОДИНАМІЧНІ І ДЕМПФУЮЧІ ЗАСОБИ

В.1 Загальні положення

(1) За наявності обґрунтування за допомогою стандартних аеродинамічних і вібраційно-інженерних методів можна ефективно зменшити вібрації шляхом застосування таких окремих засобів або їх сполучення, як:

- аеродинамічні пристрої, такі як спіралевидні пояси, спойлери або кожухи;
- поглиначі вібрацій;
- троси з демпфуючими пристроями;
- безпосереднє демпфування (у фіксованій точці).

В.2 Аеродинамічні засоби

(1) Аеродинамічні засоби, такі як пояси, кожухи або щаблина, яка порушує регулярність вітрового потоку, можна використовувати для зменшення збуджуючої сили. Сталеві димові труби із спіралевидними поясами можна проектувати, використовуючи наступні критерії, за умови, що число Скрутона більше 8 (див. Додаток Е EN 1991-1-4). Для інших аеродинамічних засобів необхідно навести доказ ефективності даних засобів, такі як результати випробувань в аеродинамічній трубі.

(2) Якщо спіралевидні пояси розташовані у верхній частині димової труби, то значення коефіцієнта підйомної сили, c_{lat} , на висоті димової труби можна помножити на коефіцієнт, отриманий з:

$$\alpha = \left(1 - \frac{l_s}{h}\right)^3 \quad (\text{B.1})$$

де:

l_s - довжина частини оболонки, яка оснащена поясами;

h - загальна висота димової труби.

(3) Формулу (B.1) використовують

ANNEX B [informative] – AERODYNAMIC AND DAMPING MEASURES

B.1 General

(1) Where justified by standard aerodynamic and vibration-engineering methods, vibrations may be effectively reduced by application of single or combined auxiliary measures such as by:

- aerodynamic devices, such as helical strakes, spoilers or shrouds;
- vibration absorbers;
- cables with damping devices; and
- direct damping (at a fixed point).

B.2 Aerodynamic measures

(1) Aerodynamic measures, such as strakes, shrouds, or slats, which disturb the regular vortex shedding may be used to reduce the exciting force. Steel chimneys with helical strakes may be designed using the following criteria provided the Scruton number is larger than 8 (see Annex E to EN 1991-1-4). For other aerodynamic measures, independent proof as to the effectiveness of such measures should be provided, such as results from wind tunnel tests.

(2) If helical strakes are arranged at the top of the chimney, the basic value of the lift coefficient, c_{lat} , over the total chimney height may be multiplied by a factor α obtained from:

where:

l_s is the length of the shell fitted with strakes

h is the total height of the chimney

(3) Equation (B.1) should only be used

тільки за умови, що геометричні характеристики таких спіралевидних поясів є наступними:

- трьозаходні пояси;
- крок поясу

$$h_s = 4,5b \text{ до (to) } 5,0b; \quad (\text{B.2a})$$

- висота поясу

$$t = 0,10b \text{ до (to) } 0,12b; \text{ i (and)} \quad (\text{B.2b})$$

- пояси розповсюджуються на довжину l_s , що складає щонайменше $0,3h$, і, як правило, знаходиться в межах між $0,3h$ і $0,5h$. Проте, верхня частина без поясів не перевищуюча $1,0b$ може бути включена в довжину l_s у формулі (B.1).

де b - діаметр димової труби.

Примітка. Використовують метод 1 Додатку E EN 1991-1-4. При обчисленні реакції поперек вітрового потоку коефіцієнт кореляції пульсацій K_w приймають рівним 1,0 (див. E.1.5.2.1 EN 1991-1-4).

(4) Для двох або більше однакових димових труб, розташованих поблизу одна від одної, пояси можуть бути менше ефективними, чим встановлено у формулі (B.1). Якщо міжцентрова відстань між димовими трубами складає менш $5d$, то необхідно провести спеціальне дослідження ефектів поясів щодо зменшення вібрацій, в іншому випадку пояси вважають неефективними.

(5) Забезпечення поясами або кожухами збільшить коефіцієнт гальмування у перерізі димової труби, на якій вони встановлені. Для поясів, висота яких складає до 0,2 діаметру димової труби, коефіцієнт гальмування приймають рівним 1,2 загального діаметру (тобто включаючи висоту поясів).

B.3 Поглинач динамічної вібрації

(1) Для зменшення вібрацій можна використовувати поглинач динамічної вібрації, наприклад, віброгасій з допоміжною масою на пружній опорі. Демпфуючий пристрій повинен бути спроектований з урахуванням маси, власної частоти, демпфуючих та інших важливих параметрів для збільшення демпфування конструкції.

provided the geometry of such helical strakes is as follows:

- three start strakes;
- pitch of the strakes

- depth of the strakes

- strakes extend over a length l_s of at least $0,3h$, and normally between $0,3h$ and $0,5h$. However, a top portion not exceeding $1,0b$ with no strakes is permitted and may be included in the length l_s in equation (B.1).

where b is the diameter of the chimney.

NOTE: In the above it is assumed that approach 1 of Annex E to EN 1991-1-4 is used. In the calculation of cross-wind amplitudes a correlation length factor K_w of 1,0 is assumed (see E.1.5.2.1 of EN 1991-1-4).

(4) For two or more similar chimneys located close to each other, the strakes may prove less effective than indicated in equation (B.1). If the centre distance between chimneys is less than $5d$, either a special investigation of the effects of strakes with respect to vortex shedding should be made, or else the strakes should be assumed to be ineffective.

(5) The provision of strakes or shrouds will increase the drag factor of the chimney section on which they are mounted. For strakes whose height is up to 0,2 times the chimney diameter, the drag factor should be taken as 1,2 on the overall diameter (i.e. including the height of the strakes).

B.3 Dynamic vibration absorber

(1) A dynamic vibration absorber may be used to reduce vibrations, for example a resiliently supported vibratory auxiliary mass. The damper should be designed taking into account the mass, natural frequency, damping and other relevant parameters, in order to enhance the damping of the structure.

(2) Необхідну інтенсивність демпфування визначають з аналізу вібрацій поперек вітру, включаючи втомні ефекти.

(3) Необхідно провести випробування для перевірки здатності системи до функціонування, адаптації частоти і демпфування. Необхідно підготувати сертифікат, який встановлюється за результатами випробувань, що отримане демпфування відповідає проведеному аналізу.

(4) Якщо необхідно встановити демпфуючі пристрої, то виробникам необхідно визначити, через які проміжки часу потрібно проводити контроль і/або технічне обслуговування демпфуючого пристрою.

В.4 Троси з демпфуючими пристроями

(1) Для забезпечення додаткового демпфування використовують троси з демпфуючими пристроями.

(2) Ефективність таких засобів гасіння необхідно довести за допомогою відповідних випробувань, які проводять на завершній будівництвом димовій трубі з встановленим технологічним обладнанням.

(3) Якщо кінці тросів міцно зафіксовані, то також необхідно провести оцінку проекту конструкції на сприйняття вітрового навантаження, включаючи троси.

В.5 Безпосереднє демпфування

(1) За наявності біля димової труби на достатній висоті нерухомого пристрою можна забезпечити безпосереднє демпфування для певної форми коливань шляхом встановлення демпфуючого елемента між димовою трубою і нерухомим пристроєм.

Примітка. Для з'єднаних між собою ідентичних димових труб з однаковою власною частотою не допускається збільшення демпфування конструкції внаслідок їх з'єднання.

(2) The required magnitude of the effective damping should be determined from the analysis of the cross wind vibration, including fatigue effects.

(3) Tests to verify the capability of function, frequency adaption and damping of the system should be undertaken. A certificate should be prepared, which, in the light of the tests, verifies that the achieved damping is in agreement with the furnished analysis.

(4) If dampers are to be installed it should be stated by the manufacturers at what intervals an inspection and/or maintenance service of the damper should be undertaken.

В.4 Cables with damping devices

(1) Cables with a damping device may be used to provide additional damping.

(2) The efficiency of such dissipation measures should be proven by appropriate tests conducted on the completed chimney.

(3) If cable ends have been firmly fixed, a structural design assessment should also be furnished for the maximum wind load being encountered, incorporating the cables.

В.5 Direct damping

(1) If a fixed point near the stack at a sufficient height is available, direct damping may be provided by mounting a damping element between the stack and the fixed point, for the particular mode under consideration.

NOTE: For coupled identical stacks with the same natural frequency no increase of structural damping because of the coupling may be allowed.

ДОДАТОК С (інформаційний) ОПІР ВТОМИ І ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ

С.1 Загальні положення

(1) При виборі відповідної категорії деталей із таблиць 8.1 - 8.5 EN 1993-1-9 деталі оболонки можна розглядати як площини, які наведені в таблиці С.1.

(2) Мінімальним рівнем якості зварних швів оболонок, схильних до впливу втоми, є рівень якості С відповідно до EN ISO 5817

С.2 Збільшення втомної міцності внаслідок особливих вимог до якості

(1) Якщо застосовують підвищені вимоги до якості і якщо дані вимоги до якості можуть в результаті привести до збільшення втомної міцності, то допустимо використовувати категорію деталей вище, ніж та, яка встановлена в EN 1993-1-9, якщо це перевірено за допомогою відповідних випробувань.

Примітка. В Національному Додатку може бути встановлена інформація по даним класам деталей і підвищених вимогах до якості, що відносяться до них. Збільшення втомної міцності можна розглядати для наступних деталей, якщо застосовують рівень якості В:

- поперечні стикові з'єднання в оболонці із стиковими зварними швами, розташованими з обох сторін;
- поздовжні стикові з'єднання в оболонці з безперервним роликним зварним швом;
- безперервне поздовжнє приєднання для сприйняття зсуву;
- хрестоподібні з'єднання із зварними швами неповного провару.

ANNEX C [informative] – FATIGUE RESISTANCES AND QUALITY REQUIREMENTS

C.1 General

(1) In selecting the relevant detail category from table 8.1 to 8.5 of EN 1993-1-9 shell details may be treated as flats as indicated in Table C.1.

(2) The minimum quality level for the welds of shells subjected to fatigue is quality level C according to EN ISO 5817.

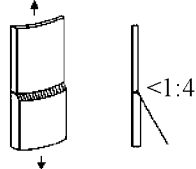
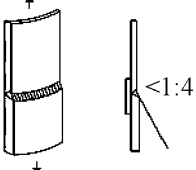
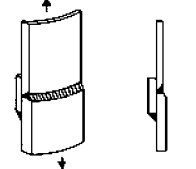
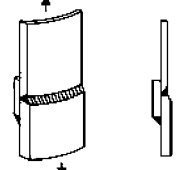
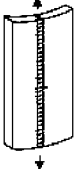
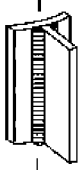
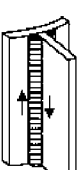
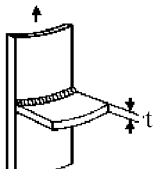
C.2 Enhancement of fatigue strength for special quality requirements

(1) Where enhanced quality requirements are applied and these quality requirements may result in an increase of fatigue strength, a detail category higher than that specified in EN 1993-1-9 may be used if this is verified by appropriate tests.

NOTE: The National Annex may give information on detail classes concerned and the associated enhanced quality requirements. Enhancement of fatigue strength can be considered for the following details, if quality level B is applied:

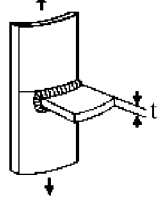
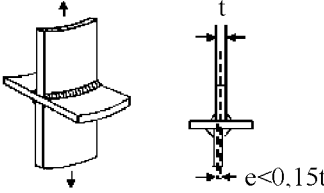
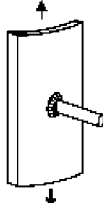
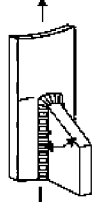
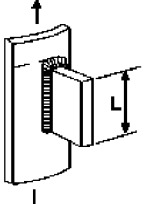
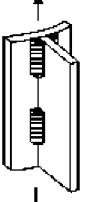
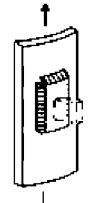
- transverse splices in shell with butt welds carried out from both sides
- longitudinal splices in shell with continuous seam weld
- continuous longitudinal attachment with or without shear flow
- cruciform joints with partial penetration welds

Таблиця С.1 (частина 1 з 3) – Розподіл деталей по категоріям деталей (закінчення)
Table C.1 (sheet 1 of 3) – Allocation of details to detail categories (completion)

Посилання Reference	ескіз деталі Sketch of the detail	Опис Description
EN 1993-1-9 Таблиця (Table) 8.3 Деталь (Detail) 4 і (and) 7		<p>Поперечні стикові з'єднання в оболонці. Стиковий зварний шов, розташований з обох сторін.</p> <p>Transverse splices in shell. Butt weld carried out from both sides.</p>
EN 1993-1-9 Таблиця (Table) 8.3 Деталь (Detail) 14		<p>Поперечні стикові з'єднання в оболонці. Стиковий зварний шов, розташований тільки з однієї сторони.</p> <p>Transverse splices in shell. Butt weld made from one side only.</p>
EN 1993-1-9 Таблиця (Table) 8.3 Деталь 16 (Detail) (<math>< 1:4</math>)		<p>Поперечні стикові з'єднання в оболонці. Стиковий зварний шов, розташований на безперервній площинній підкладці.</p> <p>Transverse splices in shell. Butt weld made on a permanent backing strip.</p>
Категорія деталі 50 Detail category 50		<p>Поперечні стикові з'єднання в оболонці. Стиковий зварний шов, розташований тільки з однієї сторони.</p> <p>Transverse splices in shell. Butt weld made from one side only.</p>
EN 1993-1-9 Таблиця (Table) 8.2 Деталь (Detail) 10		<p>Повздовжнє стикове з'єднання в оболонці. Безперервний роликаний зварний шов.</p> <p>Longitudinal splice in shell. Continuous seam weld.</p>
EN 1993-1-9 Таблиця (Table) 8.3 Деталь (Detail) 1, 2, 3, 5 і (and) 7		<p>Безперервне повздовжнє приєднання. Continuous longitudinal attachment.</p>
EN 1993-1-9 Таблиця (Table) 8.5 Деталь (Detail) 8		<p>Безперервне повздовжнє приєднання для сприйняття зсуву. (Поперечне безперервне приєднання також див. в даному випадку).</p> <p>Continuous longitudinal attachment with shear flow. (Transverse continuous attachments see also in this case)</p>
EN 1993-1-9 Таблиця (Table) Таблиця (Table) 8.4 Деталь (Detail) 6 і (and) 7		<p>Безперервне поперечне приєднання. Continuous transverse attachment.</p>

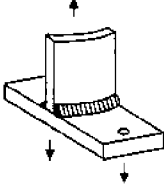
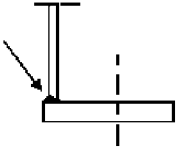
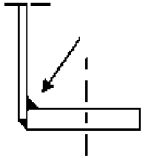
Таблиця С.1 (частина 2 з 3) – Розподіл деталей по категоріям деталей (закінчення)

Table C.1 (sheet 2 of 3) – Allocation of details to detail categories (completion)

Посилання Reference	Рисунок деталі Sketch of the detail	Опис Description
EN 1993-1-9 Таблиця (Table) 8.4 Деталь (Detail) 6 і (and) 7		<p>Коротке поперечне приєднання. (Також для безперервних поперечних приєднань з переривчастими швами).</p> <p>Short transverse attachment. (Also for continuous transverse attachments with intermittent welds.)</p>
EN 1993-1-9 Таблиця (Table) 8.5 Деталь (Detail) 1, 2 і (and) 3		<p>Хрестоподібні з'єднання із зварними швами неповного провару.</p> <p>Cruciform joints with partial penetration welds.</p>
EN 1993-1-9 Таблиця (Table) 8.4 Деталь (Detail) 9		<p>Вплив зварного з'єднання на основний матеріал.</p> <p>Effect of welded connection on base material.</p>
EN 1993-1-9 Таблиця (Table) 8.4 Деталь (Detail) 2		<p>Повздовжні приєднання.</p> <p>Longitudinal attachments.</p>
EN 1993-1-9 Таблиця (Table) 8.4 Деталь (Detail) 1		<p>Короткі повздовжні приєднання.</p> <p>Short longitudinal attachments.</p>
EN 1993-1-9 Таблиця (Table) 8.2 Деталь (Detail) 8		<p>Безперервні повздовжні приєднання з переривчастими зварними швами.</p> <p>Continuous longitudinal attachments with intermittent welds.</p>
EN 1993-1-9 Таблиця (Table) 8.5 Деталь (Detail) 6 і (and) 7		<p>Армуюча пластинка (з іншими приєднаннями чи без них).</p> <p>Reinforcing plate (with or without other attachments).</p>

Таблиця С.1 (частина 3 з 3) – Розподіл деталей по категоріям деталей (закінчення)

Table C.1 (sheet 3 of 3) – Allocation of details to detail categories (completion)

Посилання Reference	Рисунок деталі Sketch of the detail	Опис Description
EN 1993-1-9 Таблиця (Table) 8.5 Деталь (Detail) 1, 2 і (and) 3		Основа з кутовим зварним швом/стиковим зварним швом. Footing with fillet/butt weld.
EN 1993-1-9 Таблиця (Table) Таблиця (Table) 8.5 Деталь (Detail) 11		Фланцеве з'єднання із стиковим зварним швом. Структурну деталізацію болтів див. в EN 1993-1-8. Flange connection with butt weld. For the structural detailing of the bolts see EN 1993-1-8.
EN 1993-1-9 Таблиця (Table) 8.5 Деталь (Detail) 12		Фланцеве з'єднання з кутовим зварним швом. Структурну деталізацію болтів див. в EN 1993-1-8. Flange connection with fillet weld. For the structural detailing of the bolts see EN 1993-1-8.

ДОДАТОК D (інформаційний) ПРОЕКТУВАННЯ, ЩО СУПРОВОД- ЖУЄТЬСЯ ВИПРОБУВАННЯМ

D.1 Загальні положення

(1) Якщо величини логарифмічного декременту демпфування, встановленого в EN 1991-1-4, вважають невідповідними або якщо після установки демпфуючих пристроїв необхідно перевіряти вплив даних демпфуючих пристроїв, то для визначення з випробування логарифмічного декременту демпфування для димових труб використовують наступну настанову.

D.2 Визначення логарифмічного декременту демпфування

(1) Визначення логарифмічного декременту демпфування див. в Додатку D EN 1991-1-4.

D.3 Метод вимірювання логарифмічного декременту демпфування

(1) Сигнал вимірювання можна отримати з прискорення, відхилення, сил або напружень димової труби.

(2) Допустимо використовувати різні методи вимірювання, наприклад, метод кривої загасання, метод автокореляції або метод половини ширини смуги.

(3) Потрібно переконатися, що вимірювання включає загальну енергію вібрації, тому вимірювання проводять одночасно в двох ортогональних напрямках.

(4) В аналізі вимірюваних даних враховують залежність амплітуд вібрації.

(5) Амплітуда при випробуванні повинна знаходитися в межах розрахункової амплітуди димової труби в умовах вихрового збудження, або необхідно забезпечити демпфування даної оцінюваної амплітуди.

(6) Вплив аеродинамічного демпфування віднімають з вимірюваної величини за наявності пориву вітру в процесі випробування. Визначення аеродинамічного демпфування див. в Додатку D EN 1991-1-4.

ANNEX D [informative] – DESIGN ASSISTED BY TESTING

D.1 General

(1) When the values for the logarithmic decrement of damping given in EN 1991-1-4 are considered inappropriate or when after the installation of damping measures the effects of these dampers need to be verified, the following guidance should be used to determine the logarithmic damping decrement for chimneys from test.

D.2 Definition of the logarithmic damping decrement

(1) For the definition of the logarithmic damping decrement see Annex D of EN 1991-1-4.

D.3 Procedure for measuring the logarithmic damping decrement

(1) The signal of the measurement may be obtained from acceleration, deflection, forces or strain of the chimney.

(2) Different measurement methods may be used, such as decay curve method, auto-correlation method or half-band-width method.

(3) It should be ensured that the measurement includes the total vibration energy, thus the measurement should be undertaken in two orthogonal directions simultaneously.

(4) The dependency of vibration amplitudes should be taken into account in the analysis of the measured data.

(5) The amplitude in the test should be in the range of the estimated amplitude of the chimney design due to vortex shedding or it should be ensured that the damping of this estimated amplitude is on the safe side.

(6) The influence of the aerodynamic damping should be subtracted from the measured value if there is wind blowing during the test. For the definition of aerodynamic damping see Annex D of EN 1991-1-4.

ДОДАТОК Е (інформаційний) ВИГОТОВЛЕННЯ

Е.1 Загальні положення

(1) Димові труби виготовляють і монтують відповідно до стандарту на виготовлення EN 1090, частина 2. Застосовують особливі вимоги для димових труб, встановлені в EN 13084-7.

(2) При проектуванні враховують допуски на виготовлення, встановлені в Е.2.

Примітка. Правила для міцності і стійкості, встановлені в EN 1993-3-2, засновані на припущенні, що витримані допуски на виготовлення, встановлені в Е.2.

(3) При з'єднанні фланців один з одним до встановлення болтів проміжок між фланцями не повинен перевищувати 1,5 мм.

(4) Фланці повинні бути плоскими з допустимим відхиленням 0,5 мм на 100 мм ширини, і загальне допустиме відхилення уздовж кола не повинне перевищувати 1,0 мм.

(5) Для димових труб, виготовлених з несучою плитою і фундаментними болтами, між плитою і фундаментом використовують безусадочний цементний розчин.

Е.2 Допуски на виготовлення

(1) Допустиме горизонтальне відхилення Δ від вертикалі сталеві оболонки на будь-якому рівні h (в м) над основою вільностоячої димової труби повинно складати:

$$\Delta = \frac{h}{1000} \sqrt{1 + \frac{50}{h}} \quad (\text{E.1})$$

(2) Даний допуск також застосовують до вісьової лінії футерування.

Е.3 Якість зварних швів і втома

(1) Якість зварних швів, встановлена при виділенні відповідного класу втоми деталі конструкції, див. 9.3, повинна бути замаркована на кресленнях для виготовлення димової труби.

ANNEX E [informative] – EXECUTION

E.1 General

(1) Chimneys should be fabricated and erected according to the execution standard EN 1090, Part 2. Specific requirements for chimneys provided in EN 13084-7 should be applied.

(2) The execution tolerances given in E.2 should be assumed in design.

NOTE: The strength and stability rules in EN 1993-3-2 are based on the assumption that the particular execution tolerances given in E.2 are achieved.

(3) When fitted together before bolting, any gap between the flanges should not exceed 1,5 mm.

(4) Flanges should be flat to a tolerance of 0,5 mm per 100 mm width and the total tolerance across the circumference should not exceed 1,0 mm.

(5) For chimneys fabricated with a base plate and anchor bolts, non-shrinking grout should be used between the plate and the foundation.

E.2 Execution tolerances

(1) The permitted horizontal deviation Δ from the vertical of the steel shell at any level h (in m) above the base of a self-supporting chimney should be:

$$\Delta = \frac{h}{1000} \sqrt{1 + \frac{50}{h}} \quad (\text{E.1})$$

(2) This tolerance should also apply to the centreline of the liner.

E.3 Quality of welds and fatigue

(1) The quality of welds that has been chosen in selecting the appropriate fatigue class of a structural detail, see 9.3, should be specified on the drawings for the execution of the chimney.

БІБЛІОГРАФІЯ

ISO 2394 Загальні принципи надійності конструкцій

ISO 3898 Основа проектування конструкцій – Нотатки. Загальні умовні позначки

ISO 8930 Загальні принципи надійності конструкцій. Перелік еквівалентних термінів

BIBLIOGRAPHY

ISO 2394 General principles on reliability for structures

ISO 3898 Basis of design of structures – Notations. General symbols

ISO 8930 General principles on reliability for structures. List of equivalent terms

Код УКНД: 91.080.10

Ключові слова: вібрації, відтяжка, втома, демпфер, димова труба, матеріали, міцність, надійність, навантаження, оболонка, проектування.

Генеральний директор ТОВ «Укрінсталькон
ім. В.М. Шимановського», д.т.н., проф.

О. Шимановський

Завідувач НДВТР (керівник розробки), к.т.н.

А. Гром

Завідувач групи СНТД

Г. Ленда

Завідувач групи ІК

О. Кордун

Завідувач групи НТД

Я. Лимар

Провідний інженер

В. Артюшенко

Провідний інженер

Я. Левченко

Перекладач

К. Павлова