



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**ЄВРОКОД 2.
ПРОЕКТУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ
ЧАСТИНА 3. КОНСТРУКЦІЇ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ
І УТРИМАННЯ РІДИНИ
(EN 1992-3:2006, IDT)**

ДСТУ-Н Б EN 1992-3:201X

(Проект, остаточна редакція)

**Київ
Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального
господарства України
201X**

ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»

ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: **А. Бамбура**, д.т.н. (науковий керівник); **Л. Канюка**; **Т. Мірошник**; **Ю. Немчинов**, д.т.н.; **В. Пошивач**, к.т.н.; **В. Тарасюк**, к.т.н.

2 НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Мінрегіону України від _____._____ 201_ р. № ____ з _____._____ 201_ р.

3 Національний стандарт відповідає EN 1992-3:2006 Eurocode 2 - Design of concrete structures – Part 3: Liquid retaining and containment structures (Еврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 3. Конструкції для зберігання і утримання рідини)

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

Зміст		Contents		
	Національний вступ.....	IV	National foreword	IV
	Вступ	V	Foreword	V
	Передумова європейської програми	V	Background of the Eurocode programme	V
	Програма Єврокодів	V	Eurocode programme	V
	Статус і сфера застосування Єврокодів	V	Status and Field of application of Eurocodes	V
	Національні стандарти, що забезпечують виконання Єврокодів	V	National Standards implementing Eurocodes	V
	Зв'язок між Єврокодами і гармонізованими технічними умовами (ЕНами та ЕТАми) для продукції	V	Links between Eurocodes and harmonized technical specifications (ENs and ETAs) for products	V
	Додаткова інформація, що відноситься до EN 1992-3 і зв'язку з EN 1992-1-1	V	Additional information specific to EN 1992-3 and link to EN 1992-1-1	V
	Національний додаток до EN 1992-3	VII	National annex for EN 1992-3	VII
Розділ 1	Загальні положення	1	Section 1 General	1
Розділ 2	Основи проектування	4	Section 2 Basis of design	4
Розділ 3	Матеріали	5	Section 3 Materials	5
Розділ 4	Довговічність та захисний шар для арматури	7	Section 4 Durability and cover to reinforcement	7
Розділ 5	Конструктивний розрахунок	7	Section 5 AStructural analysis	7
Розділ 6	Граничні стани	8	Section 6 Ultimate limit states	8
Розділ 7	Граничні стани за придатністю до експлуатації	10	Section 7 Serviceability limit states	10
Розділ 8	Конструктивні вимоги	15	Section 8 Detailing provisions	15
Розділ 9	Конструювання елементів і особливі правила	16	Section 9 Detailing of members and particular rules	16
Додаток К	Дія температури на властивості бетону	18	Annex K Effect of temperature on the properties of concrete	18
Додаток L	Обчислення деформацій і напружень в бетонних перерізах, що підпали під дію обмежених накладених деформацій	21	Annex L Calculation of strains and stresses in concrete sections subjected to restrained imposed deformations	21
Додаток M	Обчислення ширини тріщини через обмеження накладених деформацій	24	Annex M Calculation of crack widths due to restraint of imposed deformations	24
Додаток N	Вимоги до деформаційних швів	27	Annex N Provision of movement joints	27
Додаток НА	Перелік національних стандартів України (ДСТУ), на які є в EN 1992-3:2006	28		

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад EN 1992-3:2006 Eurocode 2 – Design of concrete structures – Part 3: Liquid retaining and containment structures (Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 3. Конструкції для зберігання і утримання рідини).

EN 1992-3:2006 підготовлено Технічним комітетом CEN/TC 250 «Structural Eurocodes» (Будівельні Єврокоди), секретаріатом якого керує BSI (Британський інститут стандартів).

До національного стандарту долучено англomовний текст.

На території України як національний стандарт діє ліва колонка тексту ДСТУ-Н Б EN 1992-3:201X «Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 3. Конструкції для зберігання і утримання рідини (EN 1992-3:2006, IDT)», викладена українською мовою.

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

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству України.

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

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «цей міжнародний стандарт» замінено на «цей стандарт»;
- структурні елементи стандарту: «Обкладинка», «Передмова», «Національний вступ», «Зміст» - оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України.

Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних МС, посилання на які є в EN 1992-3:2006, наведено у Додатку НА.

Копії МС, не прийнятих як національні стандарти, на які є посилання EN 1992-3:2006, можна отримати в Головному фонді нормативних документів ДП «УкрНДНЦ».

Вступ

Цей Європейський стандарт (EN 1992-3:2006) підготовлений Технічним комітетом CEN/TC 250 «Будівельні Єврокоди», секретаріат якого знаходиться в BSI (Британія).

Цьому Європейському стандарту має бути надано статус національного стандарту шляхом публікації ідентичного тексту або ухваленням не пізніше грудня 2006 р., а національні стандарти, які протирічать, повинні бути відкориговані не пізніше квітня 2010 р.

Цей Єврокод замінює ENV 1992-4.

CEN/TC 250 є відповідальним за Будівельні Єврокоди.

Згідно до міжнародних правил CEN/CENELEC національні органи із стандартизації наступних країн об'єднались, щоб впроваджувати цей європейський стандарт: Австрії, Бельгії, Чехії, Данії, Фінляндії, Франції, Німеччини, Греції, Ісландії, Ірландії, Італії, Люксембургу, Мальти, Нідерландів, Норвегії, Португалії, Іспанії, Швеції, Швейцарії та Великої Британії.

Передумова європейської програми

Див. EN 1992-1-1.

Програма Єврокодів

Див. EN 1992-1-1.

Статус і сфера застосування Єврокодів

Див. EN 1992-1-1.

Національні стандарти, що забезпечують виконання Єврокодів

Див. EN 1992-1-1.

Зв'язок між Єврокодами і гармонізованими технічними умовами (ЕНами та ЕТАми) для продукції

Див. EN 1992-1-1.

Додаткова інформація, що відноситься до EN 1992-3 і зв'язку з EN 1992-1-1

Область застосування Єврокоду 2 визначена у 1.1.1 EN 1992-1-1, а сфера застосування цієї частини Єврокоду 2 визначено в 1.1.2 інших додаткових частин Єврокоду 2, які плануються і вказані в 1.1.3 EN 1992-1-1; вони охоплюють додаткові технології або використання і будуть доповнювати і

Foreword

This European Standard (EN 1992-3:2006) has been prepared by Technical Committee CEN/TC 250 "Structural Eurocodes", the secretariat of which is held by BSI.

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 December 2006, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by March 2010.

This Eurocode supersedes ENV 1992-4.

CEN/TC 250 is responsible for all Structural Eurocodes.

According to the CEN/CENELEC Internal Regulations, the national standards 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 the United Kingdom.

Background of the Eurocode programme

See EN 1992-1-1.

Eurocode programme

See EN 1992-1-1.

Status and Field of application of Eurocodes

See EN 1992-1-1.

National Standards implementing Eurocodes

See EN 1992-1-1.

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

See EN 1992-1-1.

Additional information specific to EN 1992-3 and link to EN 1992-1-1

The scope of Eurocode 2 is defined in 1.1.1 of EN 1992-1-1 and the scope of this Part of Eurocode 2 is defined in 1.1.2. Other Additional Parts of Eurocode 2 which are planned are indicated in 1.1.3 of EN 1992-1-1; these will cover additional technologies or applications, and will complement and supplement this Part.

пр ДСТУ-Н Б EN 1992-3:201X

поповнювати цю частину. Було необхідно ввести в EN 1992-3 кілька статей, які не є специфічними для конструкцій для збереження і утримання рідини і строго належать Частині 1-1. Вони є такими поясненнями частини 1-1, що мають юридичну силу і проектно підпорядковуються вимогам EN 1992-3, і узгоджуються з принципами EN 1992-1-1.

Необхідно зауважити, що будь-яка продукція, така як бетонні труби, що виготовляються і використовуються згідно зі стандартами на водонепроникливу продукцію, буде вважатись такою, що відповідає вимогам, включаючи деталізацію, цього стандарту без подальшого розрахунку.

Є певні правила для поверхонь конструкцій сховищ, які призначені для розміщення харчових продуктів або питної води. Вони повинні бути вказані як необхідні і їх виконання не охоплюється цим стандартом.

При використанні цього документу на практиці особлива увага повинна бути до припущень, що лежать в основі, та до умов, наведених в 1.3 EN 1992-1-1.

Дев'ять глав цього документу супроводжено чотирма інформативними додатками. Ці додатки введено для подання загальної інформації щодо матеріалу та поведінки конструкції, які можуть бути використані у відсутності інформації специфічно пов'язаної з сучасними матеріалами, що використовуються, або реальними умовами експлуатації.

Як вказано вище, в Національному додатку має бути посилання, яке буде деталізувати інші використані підтримуючі стандарти. Для цієї частини Єврокоду 2 особлива увага приділена EN 206-1 (Бетон – експлуатаційні якості, виробництво, формування та критерії відповідності).

Для EN 1992-3 застосовуються наступні додаткові під-статті.

Ця частина 3 Єврокоду 2 доповнює EN 1992-1-1 стосовно специфічних аспектів конструкції для зберігання і утримання рідини і сипучих матеріалів.

Рамки і структура цієї частини 3 відповідає EN 1992-1-1. Однак, частина 3 містить

It has been necessary to introduce into EN 1992-3 a few clauses which are not specific to liquid retaining or containment structures and which strictly belong to Part 1-1. These are deemed valid interpretations of Part 1-1 and design complying with the requirements of EN 1992-3 are deemed to comply with the principles of EN 1992-1-1.

It should be noted that any product, such as concrete pipes, which are manufactured and used in accordance with a product standard for a watertight product, will be deemed to satisfy the requirements, including detailing, of this code without further calculation.

There are specific regulations for the surfaces of storage structures which are designed to contain foodstuffs or potable water. These should be referred to as necessary and their provisions are not covered in this code.

In using this document in practice, particular regard should be paid to the underlying assumptions and conditions given in 1.3 of EN 1992-1-1.

The nine chapters of this document are complemented by four Informative Annexes. These Annexes have been introduced to provide general information on material and structural behaviour which may be used in the absence of information specifically related to the actual materials used or actual conditions of service.

As indicated above, reference should be made to National annexes which will give details of compatible supporting standards to be used. For this Part of Eurocode 2, particular attention is drawn to EN 206-1 (Concrete - performance, production, placing and compliance criteria).

For EN 1992-3, the following additional sub-clauses apply.

This Part 3 of Eurocode 2 complements EN 1992-1-1 for the particular aspects of liquid retaining structures and structures for the containment of granular solids.

The framework and structure of this Part 3 correspond to EN 1992-1-1. However, Part 3 contains Principles and Application Rules which

принципи і правила застосування, які специфічні для конструкції для зберігання і утримання рідини.

Там, де специфічна під-стаття EN 1992-1-1 не згадується в цьому EN 1992-3, ця під-стаття EN 1992-1-1 застосовується, оскільки вважається придатною до цього випадку.

У випадку, коли змінюється чи замінюється принцип або правило використання в EN 1992-1-1 - присвоюється новий номер шляхом додавання 100 до первісного номера. Коли додається новий принцип або правила використання, це позначається номером, який йде за останнім номером у відповідній статті EN 1992-1-1, з додавання 100 до нього.

Питання, не охоплене EN 1992-1-1, вводиться в цю частину новою підстаттею. Номер під-статті для цього йде за найбільш підходящим номером статті в EN 1992-1-1.

Нумерація рівнянь, фігур, фото і таблиць в цій частині йде за тим же самим принципом, як нумерація вищевказаних статей.

Національний додаток до EN 1992-3

Цей стандарт дає значення з примітками, що показують – де можна робити національний вибір. Тому національний стандарт, що впроваджує EN 1992-3, повинен мати Національний додаток, який містить усі Національно визначені параметри, що використовуватимуться для проектування конструкції для зберігання і утримання рідини у даній країні.

Національний вибір передбачається в EN 1992-3 такими статтями:

- 7.3.1 (111)
- 7.3.1 (112)
- 7.3.3
- 8.10.3.3 (102) і (103)
- 9.11.1 (102)

are specific to liquid retaining and containment structures.

Where a particular sub-clause of EN 1992-1-1 is not mentioned in this EN 1992-3, that sub-clause of EN 1992-1-1 applies as far as deemed appropriate in each case.

Where a Principle or Application Rule in EN 1992-1-1 is modified or replaced, the new number is identified by the addition of 100 to the original number. Where a new Principle or Application Rule is added, it is identified by a number which follows the last number in the appropriate clause in EN 1992-1-1 with 100 added to it.

A subject not covered by EN 1992-1-1 is introduced in this Part by a new sub-clause. The sub-clause number for this follows the most appropriate clause number in EN 1992-1-1.

The numbering of equations, figures, footnotes and tables in this Part follow the same principles as the clause numbering as described above.

National annex for EN 1992-3

This standard gives values with notes indicating where national choices may have to be made. Therefore the national Standard implementing EN 1992-3 should have a National annex containing all Nationally Determined Parameters to be used for the design of liquid retaining and containment structures to be constructed in the relevant country.

National choice is allowed in EN 1992-3 through the following clauses:

- 7.3.1 (111)
- 7.3.1 (112)
- 7.3.3
- 8.10.3.3 (102) and (103)
- 9.11.1 (102)

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**ЄВРОКОД 2.
ПРОЕКТУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ
ЧАСТИНА 3. КОНСТРУКЦІЇ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ
І УТРИМАННЯ РІДИНИ**

**ЕВРОКОД 2.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ЧАСТЬ 3. КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ
И УДЕРЖИВАНИЯ ЖИДКОСТИ**

**EUROCODE 2
DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES
PART 3. LIQUID RETAINING AND CONTAINMENT STRUCTURES**

Чинний від 201X-XX-XX

Розділ 1 Загальні положення

Section 1 General

1.1 Галузь застосування

1.1 Scope

Заміна статті 1.1.2 в EN 1992-1-1 таким чином:

Replacement of clause 1.1.2 in EN 1992-1-1 by:

1.1.2 Галузь застосування Єврокоду 2

1.1.2 Scope of Eurocode 2

(101)Р Частина 3 EN 1992 охоплює додаткові правила до правил частини 1 для проектування конструкцій, зведених з неармованого, малоармованого бетону, залізобетону або попередньо напруженого залізобетону для збереження рідких або сипучих матеріалів.

(101)P Part 3 of EN 1992 covers additional rules to those in Part 1 for the design of structures constructed from plain or lightly reinforced concrete, reinforced concrete or prestressed concrete for the containment of liquids or granular solids.

(102)Р Принципи і правила застосування даються в цій частині для проектування елементів конструкції, які безпосередньо утримують накопичені рідини або матеріали (тобто безпосередньо навантажені стіни бункерів, резервуарів чи силосів). Інші елементи, які підтримують ці первинні елементи (наприклад, будівельна конструкція, яка підтримує ємність у башті вежі системи водогону), повинні бути спроектовані згідно до положень частини 1-

(102)P Principles and Application Rules are given in this Part for the design of those elements of structure which directly support the stored liquids or materials (i.e. the directly loaded walls of tanks, reservoirs or silos). Other elements which support these primary elements (for example, the tower structure which supports the tank in a water tower) should be designed according to the provisions of Part 1-1.

пр ДСТУ-Н Б EN 1992-3:201X

1.

(103)P Ця частина не стосується:

— Конструкцій для сховищ матеріалів при дуже низькій і дуже високій температурі

— Конструкцій для сховищ небезпечних матеріалів, протікання яких може привести до загрози здоров'ю чи до небезпечного ризику

— Вибору і проектування облицювання чи покриттів і наслідків цього вибору на проектування конструкції

— Сосудів під тиском

— Конструкцій, що плавають

— Великих дамб

— Газонепроникності

(104) Цей документ поширюється на матеріали, які зберігаються при постійній температурі в діапазоні - 40°C і +200°C.

(105) Вибір і проектування облицювання чи покриттів повинне бути зроблене з посиланням на відповідні документи.

(106) Визнається, що хоча цей документ специфічно пов'язаний з конструкціями для вмісту рідини і сипучих матеріалів, пункти, які розглядають проектування з урахуванням водонепроникності, можуть бути придатні до інших типів конструкцій, де необхідна водонепроникність.

(107) В статтях, що стосуються протікання та довговічності, цей документ розповсюджується, в основному, на водні рідини. Там, де інші рідини зберігаються в прямому контакті із будівельним бетоном, повинно бути зроблене посилання на спеціальну літературу.

1.2 Нормативні посилання

Наступні нормативні документи містять положення, на які є посилання в цьому Європейському стандарті. Для датованих посилань, наступні поправки або перегляди цих публікацій не прийнятні. Однак, учасники

(103)P This part does not cover:

— Structures for the storage of materials at very low or very high temperatures

— Structures for the storage of hazardous materials the leakage of which could constitute a major health or safety risk

— The selection and design of liners or coatings and the consequences of the choice of these on the design of the structure

— Pressurised vessels

— Floating structures

— Large dams

— Gas tightness

(104) This code is valid for stored materials which are permanently at a temperature between - 40 °C and +200 °C.

(105) For the selection and design of liners or coatings, reference should be made to appropriate documents.

(106) It is recognised that, while this code is specifically concerned with structures for the containment of liquids and granular materials, the clauses covering design for liquid tightness may also be relevant to other types of structure where liquid tightness is required.

(107) In clauses relating to leakage and durability, this code mainly covers aqueous liquids. Where other liquids are stored in direct contact with structural concrete, reference should be made to specialist literature.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions that, though referenced in this text, constitute provisions of this European Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these

угоди щодо цього Європейського стандарту передбачають дослідження можливості використання найбільш важливих формулювань нормативних документів, вказаних нижче. Для недатованих посилань прийнята для використання остання редакція нормативного документу.

EN 1990 Єврокод. Основи проектування конструкцій

EN 1991-1-5 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-5. Загальні дії. Теплові дії

EN 1991-4 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 4. Бункери і резервуари

EN 1992-1-1 Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1.1. Загальні правила і правила для споруд

EN 1992-1-2 Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1.2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість

EN 1997, Єврокод 7. Геотехнічне проектування.

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 1990, Eurocode, Basis of structural design

EN 1991-1-5, Eurocode 1, Actions on structures – Part 1-5: General Actions – Thermal actions

EN 1991-4, Eurocode 1, Actions on structures – Part 4: Silos and tanks

EN 1992-1-1, Eurocode 2, Design of concrete structures – Part 1.1: General rules and rules for buildings

EN 1992-1-2, Eurocode 2, Design of concrete structures – Part 1.2: General rules – Structural fire design

EN 1997, Eurocode 7: Geotechnical design

1.6 Позначення

Доповнення після 1.6

1.7 Спеціальні символи, використані в частині 3 Єврокоду 2

Латинські заголовні символи

R_{ax} показник, що визначає ступінь обмеження осьового переміщення, забезпеченого в'язями, прикріпленими до елемента, що розглядається

R_m показник, що визначає ступінь обмеження кутового переміщення, забезпеченого в'язями, прикріпленими до елемента, що розглядається

1.6 Symbols

Addition after 1.6

1.7 Special symbols used in Part 3 of Eurocode 2

Latin upper case symbols

R_{ax} factor defining the degree of external axial restraint provided by elements attached to the element considered

R_m factor defining the degree of moment restraint provided by elements attached to the element considered

пр ДСТУ-Н Б EN 1992-3:201X

Латинські прописні літери

f_{ctx} прийняте значення міцності бетону на розтяг

f_{ckT} характеристичне значення міцності бетону на стиск з врахуванням температурного впливу

Грецькі символи

ε_{av} середня відносна деформація елемента

ε_{az} діюча відносна деформація на рівні z

ε_{iz} внутрішня деформація на рівні z, спричинена закріпленням

ε_{Tr} тимчасова температурна деформація

ε_{Th} вільна температурна деформація бетону

Latin lower case symbols

f_{ctx} tensile strength, however defined

f_{ckT} characteristic compressive strength of the concrete modified to take account of temperature

Greek symbols

ε_{av} average strain in the element

ε_{az} actual strain at level z

ε_{iz} imposed intrinsic strain at level z

ε_{Tr} transitional thermal strain

ε_{Th} free thermal strain in the concrete

Розділ 2 Основи проектування

2.1 Вимоги

2.1.1 Основні вимоги

Доповнення, слідуюче після (3):

(104) Проектні ситуації, що розглядаються, повинні відповідати EN 1990, EN 1991-4 та EN 1991-1-5, розділ 3. Крім того, для бетонних і залізобетонних конструкцій, призначених для зберігання і утримання рідини, можуть бути важливими наступні спеціальні проектні ситуації:

- Умови експлуатації, що передбачають злив і наповнення;
- Вибухи пилу;
- Теплові ефекти, обумовлені, наприклад, матеріалами, що зберігаються, або температурою середовища;
- Вимоги до випробувань резервуарів на водонепроникність.

Section 2 Basis of design

2.1 Requirements

2.1.1 Basic requirements

Addition following (3):

(104) The design situations to be considered should comply with EN 1990, EN 1991-4 and EN 1991-1-5, chapter 3. In addition, for liquid retaining and containment structures made with concrete, the following special design situations may be relevant:

- Operating conditions implying patterns of discharge and filling;
- Dust explosions;
- Thermal effects caused, for example, by stored materials or environmental temperature;
- Requirements for testing of reservoirs for watertightness.

2.3 Основні змінні

2.3.1 Впливи та дії середовища

2.3.1.1 Загальні відомості

Доповнення після (1):

(102)Р Часткові показники безпеки для впливів на конструкції для зберігання і утримання рідини надаються в Нормативному додатку В EN 1991-4.

(103) Впливи ґрунту та ґрунтових вод повинні бути враховані згідно до EN 1997.

2.3.2 Властивості матеріалу та продукції

2.3.2.3 Властивості бетону щодо герметичності

(101) Якщо використовується мінімальна товщина елемента, визначена в 9.11 (102), то може бути потрібне низьке співвідношення води/цементу, так само увага повинна бути приділена обмеженню максимального розміру заповнювача.

Розділ 3 Матеріали

3.1 Бетон

3.1.1 Загальні положення

(103) При проектуванні необхідно брати до уваги вплив температури на властивості бетону.

ПРИМІТКА Подальшу інформацію можна знайти в Інформативному додатку К.

3.1.3 Пружна деформація

замінити (5) на таке:

(105) Якщо не доступна більш точна інформація, лінійний коефіцієнт теплового розширення може бути рівним $10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Слід зазначити, що коефіцієнт теплового розширення бетону суттєво залежить від типу заповнювача й умов вологості в бетоні.

2.3 Basic variables

2.3.1 Actions and environmental influences

2.3.1.1 General

Addition after (1):

(102)P The partial safety factors for the actions for liquid retaining and containment structures are set out in Normative Annex B of EN 1991-4.

(103) Actions resulting from soil or water within the ground should be obtained in accordance with EN 1997.

2.3.2 Material and product properties

2.3.2.3 Properties of concrete with respect to watertightness

(101) If the minimum thicknesses of the member given in 9.11 (102) are used then a lower water-cement ratio may be required and, consideration should be given to a limitation to the maximum aggregate size.

Section 3 Materials

3.1 Concrete

3.1.1 General

(103) The effect of temperature on the properties of concrete should be taken into consideration in design.

NOTE Further information may be found in informative Annex K.

3.1.3 Elastic deformation

replace (5) by:

(105) Unless more accurate information is available, the linear coefficient of thermal expansion may be taken as equal to $10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. It should be noted, however, that coefficients of thermal expansion of concrete vary considerably depending on the aggregate type and the moisture conditions within the

3.1.4 Повзучість і усадка

Добавити після правила (5)

(106) Там, де елементи підпали під тривалу дію високої температури ($> 50^{\circ}\text{C}$), вплив повзучістизначно змінюється. Там, де це важливо, то, як правило, необхідно отримати данні, які підходять для відповідних умов роботи елементів.

ПРИМІТКА Настанова дається в інформативному додатку К щодо оцінки ефектів повзучості при відповідній температурі.

3.1.11 Тепловиділення і зміна температури внаслідок гідратації

(101) Там, де умови на стадії будівництва вважаються істотними, характеристики тепловиділення для певного цементу, як правило, повинні бути отримані в результаті тестів. Фактичне тепловиділення повинно бути визначено з урахуванням очікуваних умов в початковий період існування елементу (наприклад, витримування, умов навколишнього середовища). Максимальний підйом температури і час твердіння після заливання визначають зі складу суміші, властивостей опалубки, оточуючих та граничних умов.

3.2 Сталь для армування

3.2.2 Властивості

(107) Для арматурних сталей, що піддаються впливу температури в межах від -40°C до $+100^{\circ}\text{C}$ (якщо не проводять спеціальне дослідження), посилання повинне бути зроблене у пункті 3.2.2 EN 1992-1-1. Для більш високої температури інформація дається в 3.2.3 EN 1992-1-2. Щодо релаксації при температурі вище 20°C , дивись 10.3.2.2 EN 1992-1-2.

3.3 Напружена арматура

3.3.2 Властивості

(110) Для напружуваних арматурних прядей, що піддаються впливу температури в межах від -40°C до $+100^{\circ}\text{C}$ (якщо не проводять

concrete.

3.1.4 Creep and Shrinkage

Addition after application rule (5)

(106) Where the elements are exposed for substantial periods to high temperature ($> 50^{\circ}\text{C}$), creep behaviour is substantially modified. Where this is likely to be significant, appropriate data should generally be obtained for the particular conditions of service envisaged.

NOTE Guidance is given in Informative Annex K on the estimation of creep effects at elevated temperatures.

3.1.11 Heat evolution and temperature development due to hydration

(101) Where conditions during the construction phase are considered to be significant, the heat evolution characteristics for a particular cement should generally be obtained from tests. The actual heat evolution should be determined taking account of the expected conditions during the early life of the member (e.g. curing, ambient conditions). The maximum temperature rise and the time of occurrence after casting should be established from the mix design, the nature of the formwork, the ambient conditions and the boundary conditions.

3.2 Reinforcing steel

3.2.2 Properties

(107) For reinforcing steels subjected to temperatures in the range -40 to $+100^{\circ}\text{C}$ (if no special investigation is made) reference should be made to EN 1992-1-1, clause 3.2.2. For higher temperature, information is given in 3.2.3 of EN 1992-1-2. For relaxation at temperatures above 20°C , see 10.3.2.2 in EN 1992-1-2.

3.3 Prestressing steel

3.3.2 Properties

(110) For prestressing strands subjected to temperatures in the range -40 to $+100^{\circ}\text{C}$ (if no special investigation is made) the same values

спеціальне дослідження), значення міцності і релаксації приймають ті ж, що і при «нормальних температурах». Для більш високих температур інформація встановлена в 3.2.4 EN 1992-1-2.

Розділ 4 Довговічність та захисний шар для арматури

4.3 Вимоги щодо довговічності

Додається після 4.4.1.2(13)

(114) Абразивне зношення внутрішньої поверхні стін силосів може визвати забруднення матеріалів, що зберігаються, або веде до значних руйнувань сховища. Можуть мати місце три механізми абразії:

- механічний вплив внаслідок процесу наповнення і спорожнення.
- фізичний вплив внаслідок ерозії та корозії при зміні температури та умов вологості.
- хімічний вплив внаслідок реакції між бетоном та матеріалом, що зберігається.

(115) Повинні бути прийняті відповідні заходи, аби гарантувати, що елементи, які підпадають під дію абразії, будуть зберігати експлуатаційну придатність на проектний термін роботи.

Розділ 5 Конструктивний розрахунок

Додається після 5.11

5.12 Визначення дій температури

5.12.1 Загальні відомості

(101) Точний аналіз повзучості та усадки може бути виконаний з використанням положень 3.1.4 та додатку В EN 1992-1-1.

(102) В конструкціях, призначених для зберігання, можуть виникнути високі температурні перепади у випадках, якщо матеріал, який зберігається, є таким, що нагрівається сам, або якщо його укладають в

for strength and relaxation apply as for "normal temperatures". For higher temperatures, information is given in 3.2.4 of EN 1992-1-2.

Section 4 Durability and cover to reinforcement

4.3 Requirements for durability

Addition after 4.4.1.2 (13)

(114) Abrasion of the inner face of the walls of a silo may cause contamination of the stored material or lead to significant loss of cover. Three mechanisms of abrasion may occur:

- mechanical attack due to the filling and discharging process.
- physical attack due to erosion and corrosion with changing temperature and moisture conditions.
- chemical attack due to reaction between the concrete and the stored material.

(115) Appropriate measures should be taken to ensure that the elements subject to abrasion will remain serviceable for the design working life.

Section 5 Structural analysis

Addition after 5.11

5.12 Determination of the effects of temperature

5.12.1 General

(101) Rigorous analyses may be carried out using the provisions of 3.1.4 and Annex B of EN 1992-1-1 for creep and shrinkage.

(102) In storage structures, high temperature gradients may occur where the stored material is either self heating or is put into the structure at high temperature. In such circumstances

пр ДСТУ-Н Б EN 1992-3:201X

конструкцію при високій температурі. У таких випадках необхідним є обчислення результуючих температурних перепадів та відповідних внутрішніх сил і моментів.

5.13 Обчислення дій внутрішнього тиску

(101) Внутрішній тиск від матеріалів у твердому агрегатному стані безпосередньо діє на внутрішню поверхню бетону. Внутрішній тиск від рідин, у відсутності більш точного аналізу, може прийматись таким, що діє в центрі утримуючого елемента.

Розділ 6 Граничні стани

Додається після 6.2.3(8)

(109) При виборі кута між віссю умовного стиснутого бетонного елемента та віссю елемента, перпендикулярною до поперечних напружень фермовій моделі по 6.2.3(2), для розрахунку опору зрізу повинен прийматися до уваги вплив любых значних прикладених напружень розтягу. Консервативно, $\cot\theta$ може прийматись за 1,0. Також може використовуватись процедура, наведена в додатку QQ EN 1992-2.

Додається після 6.8

6.9 Врахування можливих вибухів пилу

6.9.1 Загальні відомості

(101)P Якщо бункери призначені для розміщення матеріалів, які можуть становити небезпеку вибуху пилу, конструкція повинна бути або розрахована на результуючий очікуваний максимальний тиск, або забезпечена відповідною вентиляцією, яка дозволить зменшити тиск до прийняттого рівня. Відповідні навантаження, що виникають в результаті вибуху пилу, розглядаються в EN 1991-4, загальні положення стосовно проектування при вибухах - в EN 1991-1-7, крім того, повинні враховуватись у пунктах (101) та (105) в 6.9.2.

(102)P Вогонь, що викидається через

calculation of the resulting temperature gradients and the consequent internal forces and moments will be necessary.

5.13 Calculation of the effects of internal pressure

(101) The internal pressure from solid materials acts directly upon the inner surface of the concrete. In the absence of a more rigorous analysis, internal pressure from liquids may be assumed to act at the centre of the retaining members.

Section 6 Ultimate limit states

Addition after 6.2.3 (8)

(109) The choice of strut angle in 6.2.3(2) for shear resistance should take into account the influence of any significant applied tension. Conservatively, $\cot\theta$ may be taken as 1,0. The procedure in Annex QQ of EN1992-2 may also be used.

Addition after 6.8

6.9 Design for dust explosions

6.9.1 General

(101)P Where silos are designed to contain materials which may pose a risk of dust explosions, the structure shall either be designed to withstand the resulting expected maximum pressures or be provided with suitable venting which will reduce the pressure to a supportable level. The appropriate loads resulting from dust explosions are dealt with in EN 1991-4 and general considerations relating to design for explosions in 1991-1-7 however, the points in 6.9.2 (101) to (105) should be noted.

(102)P Fire expelled through a venting outlet

вентиляційний отвір, не повинен завдавати шкоди навколишньому середовищу і не повинен призводити до вибухів в інших частинах бункера. Ризики, які становлять для людей скло або інші уламки, що розлітаються, повинні бути зведені до мінімуму.

(103) Вентиляційні отвори повинні вести прямо до відкритого повітря через передбачені вентиляційні виходи, що зменшують тиск вибуху.

(104) Вентиляційні системи повинні бути включені на низький тиск і мати низьку інерцію.

(105) Впливи вибухів пилу слід розглядати як випадкові події.

6.9.2 Проектування елементів конструкції

(101) Максимальний тиск внаслідок вибухів має місце в порожніх силосних бункерах, однак, тиск в частково заповненому силосному бункері в поєднанні з відповідним тиском від маси матеріалу може привести до більш критичних проектних умов.

(102) При виникненні інерційних сил внаслідок швидкого звільнення газу, за яким відбувається охолодження гарячого диму, може виникнути тиск нижче атмосферного. Це необхідно взяти до уваги при проектуванні конструкції-оболонки та елементів, що знаходяться на шляху руху газів.

(103) Елементи, що утворюють вентиляційний пристрій, повинні бути надійно закріплені і не повинні додавати ризик, пов'язаний з уламками, що розлітаються.

(104) При проектуванні елементів конструкції повинні бути прийняті до уваги сили реакцій, які виникають при падінні тиску завдяки вентиляції.

(105) У випадках комплексності установок або високого ризику пошкоджень, які виникають при вибуху, треба звертатися за спеціалізованою допомогою.

shall not cause any impairment of the surroundings nor cause explosions in other sections of the silo. Risks to people due to flying glass or other debris shall be minimised.

(103) Vent openings should lead directly to open air through planned venting outlets, which reduce the explosion pressure.

(104) Venting systems should be initiated at low pressure and have low inertia.

(105) Actions due to dust explosions should be treated as accidental actions.

6.9.2 Design of structural elements

(101) The maximum pressures due to explosions occur in empty silo bins, however, the pressures in a partly filled silo bin combined with the corresponding pressures from the bulk material may lead to a more critical design condition.

(102) When inertia forces arise due to a rapid discharge of gas followed by cooling of the hot smoke, a pressure below atmospheric may occur. This should be taken into account when designing the encasing structure and members in the flow path.

(103) The elements forming a venting device should be secured against flying off and adding to the risks from flying debris.

(104) As pressure relief due to venting occurs, reaction forces are generated which should be taken into account in the design of structural members.

(105) Specialist assistance should be sought where complex installations are contemplated or where explosions might pose a high risk of injury.

Розділ 7 Граничні стани за придатністю до експлуатації

Section 7 Serviceability limit states

7.3 РОЗТРИСКУВАННЯ

7.3 CRACKING

7.3.1 Загальні питання

7.3.1 General considerations

Додається після (9)

Addition after (9)

(110) Прийнято класифікувати конструкції, що зберігають і утримують рідину, в залежності від ступіні захисту від припустимого протікання. У таблиці 7.105 наведено класифікацію. Необхідно зауважити, що всі бетони припускають проходження малої кількості рідини або газу за рахунок дифузії.

(110) It is convenient to classify liquid retaining structures in relation to the degree of protection against leakage required. Table 7.105 gives the classification. It should be noted that all concrete will permit the passage of small quantities of liquids and gasses by diffusion.

Таблиця 7.105 - Класифікація проникливості
Table 7.105 - Classification of tightness

Клас проникливості Tightness Class	Вимоги до протікання Requirements for leakage
0	Прийнятна будь-яка ступінь протікання або протікання рідини не суттєве Some degree of leakage acceptable, or leakage of liquids irrelevant
1	Протікання обмежується невеликою кількістю. Прийнятне будь-яке забарвлення поверхні або вологі плями Leakage to be limited to a small amount. Some surface staining or damp patches acceptable
2	Протікання мінімальне. Немає погіршення зовнішнього вигляду Leakage to be minimal. Appearance not to be impaired by staining
3	Не допускається протікання No leakage permitted

(111) Прийнятні межі розтріскування в залежності від класифікації елемента, що розглядається, повинні обиратись, відповідно до вказаної функції конструкції. При відсутності специфічних вимог можна прийняти наступне:

(111) Appropriate limits to cracking depending on the classification of the element considered should be selected, paying due regard to the required function of the structure. In the absence of more specific requirements, the following may be adopted.

Клас проникливості 0. – можуть бути прийняті положення 7.3.1 EN 1992-1-1.

Tightness Class 0. – the provisions in 7.3.1 of EN 1992-1-1 may be adopted.

Клас проникливості 1. – будь-які очікувані наскрізні тріщини повинні обмежуватись w_{k1} . Положення 7.3.1 EN 1992-1-1 застосовуються там, де тріщини не

Tightness Class 1. – any cracks which can be expected to pass through the full thickness of the section should be limited to w_{k1} . The provisions in 7.3.1 of EN 1992-1-1 apply where

проходять через увесь переріз і де наведені нижче умови (112) та (113) виконуються.

Клас проникливості 2. – наскрізних тріщин необхідно запобігати, якщо відповідні заходи (наприклад, облицювання, водяні бар'єри) не впроваджено.

Клас проникливості 3. – за звичай, спеціальні заходи (наприклад, прокладки або попереднє напруження) будуть необхідні аби забезпечити водонепроникливість.

ПРИМІТКА Значення w_{k1} для використання в країні можна знайти в її національному додатку. Рекомендовані значення для конструкцій, що зберігають і утримують воду, визначаються як функція відношення гідростатичного тиску h_D до товщини стіни утримуючої конструкції h . При $h_D/h \leq 5$ маємо $w_{k1} = 0,2$ мм, а при $h_D/h \geq 35$ маємо $w_{k1} = 0,05$ мм. Для проміжних значень відношення h_D/h може використовуватись лінійна інтерполяція. Обмеження ширини тріщин цими значеннями приведе до ефективної герметизації на відносно короткий час.

(112) Аби забезпечити адекватну гарантію для конструкцій класів 2 або 3, що тріщини не пройдуть крізь увесь переріз, проектне значення висоти стиснутої зони повинно бути як мінімум x_{min} , розрахованим для квазі - постійної комбінації впливів. Там, де переріз підпадає під дію змінних впливів, необхідно розглянути наскрізні тріщини, якщо не можна показати, що деяка частина перерізу буде завжди залишатись стиснутою. Ця висота стиснутої зони бетону має бути як мінімум x_{min} при всіх відповідних комбінаціях впливів. Результати впливів можуть бути обчислені при припущенні лінійно-пружного поведження матеріалу. Результуючі напруження в перерізі повинні бути обчислені, нехтуючи розтягом бетону.

ПРИМІТКА Значення x_{min} для використання в країні можна знайти в її національному додатку. Рекомендованим значенням x_{min} є менше з 50 мм або $0,2h$, де h – товщина елемента.

(113) Якщо застосовуються положення 7.3.1 (111) щодо класу проникливості 1, тоді очікується, що тріщини, крізь які вода протікає, можуть бути зашпаровані в елементах, які не зазнали значних змін з-за навантаження або температури при роботі. При відсутності більш достовірної інформації, шпарування може припускатись

the full thickness of the section is not cracked and where the conditions in (112) and (113) below are fulfilled.

Tightness Class 2. – cracks which may be expected to pass through the full thickness of the section should generally be avoided unless appropriate measures (e.g. liners or water bars) have been incorporated.

Tightness Class 3. – generally, special measures (e.g. liners or prestress) will be required to ensure watertightness.

NOTE The value of w_{k1} for use in a country may be found in its National Annex. The recommended values for structures retaining water are defined as a function of the ratio of the hydrostatic pressure, h_D to the wall thickness of the containing structure, h . For $h_D/h \leq 5$, $w_{k1} = 0,2$ mm while for $h_D/h \geq 35$, $w_{k1} = 0,05$ mm. For intermediate values of h_D/h , linear interpolation between 0,2 and 0,05 may be used. Limitation of the crack widths to these values should result in the effective sealing of the cracks within a relatively short time.

(112) To provide adequate assurance for structures of classes 2 or 3 that cracks do not pass through the full width of a section, the design value of the depth of the compression zone should be at least x_{min} calculated for the quasi-permanent combination of actions. Where a section is subjected to alternate actions, cracks should be considered to pass through the full thickness of the section unless it can be shown that some part of the section thickness will always remain in compression. This thickness of concrete in compression should normally be at least x_{min} under all appropriate combinations of actions. The action effects may be calculated on the assumption of linear elastic material behaviour. The resulting stresses in a section should be calculated assuming that concrete in tension is neglected

NOTE The values of x_{min} for use in a country may be found in its National Annex. The recommended value for x_{min} is the lesser of 50 mm or $0,2h$ where h is the element thickness.

(113) If the provisions of 7.3.1 (111) for tightness class 1 are met then cracks through which water flows may be expected to heal in members which are not subjected to significant changes of loading or temperature during service. In the absence of more reliable information, healing may be assumed where

пр ДСТУ-Н Б EN 1992-3:201X

там, де очікуваний діапазон напруження в перерізі в умовах експлуатації менше 150×10^{-6} .

(114) Якщо самошпарування малоімовірно, будь-яка тріщина, яка проходить крізь всю висоту перерізу, може призвести до протікання, не дивлячись на ширину тріщини.

(115) Бункер, що містить сухі матеріали, може бути спроектований за класом 0, однак для нього можуть підходити класи 1, 2 або 3, якщо матеріали, що зберігаються, особливо чутливі до вологи.

(116) Особливу увагу слід приділяти там, де елементи зазнають дії напруження при розтягу внаслідок обмеження усадки або температурних деформацій.

(117) Прийнятний критерій для конструкцій, що зберігають і утримують рідину, може мати максимальну ступінь протікання.

7.3.3 Обмеження тріщиноутворення без прямих розрахунків

Замінити примітку в правилі застосування (2):

ПРИМІТКА Там, де застосовується мінімальне армування, наведене в 7.3.2, рисунок 7.103N і 7.104N приймають значення максимальних діаметрів стрижня та кроку для різної розрахункової ширини тріщини для повністю розтягнених перерізів.

Максимальний діаметр стрижня, наведений на рисунку 7.103N, повинен бути уточнений, використовуючи вираз 7.122, наведений нижче замість виразу 7.7, який використовує там ϕ_s^* , розрахований для чистого згину:

$$\phi_s = \phi_s^* \cdot \left(\frac{f_{ct,eff}}{2,9} \right) \cdot \frac{h}{10(h-d)} \quad [7.122]$$

де:

ϕ_s заданий діаметр стрижня

ϕ_s^* максимальний діаметр стрижня, отриманий з рисунку 7.103N

h повна товщина елемента

d відстань до зовнішнього шару арматури

the expected range of strain at a section under service conditions is less than 150×10^{-6} .

(114) If self-healing is unlikely to occur, any crack which passes through the full thickness of the section may lead to leakage, regardless of the crack width.

(115) Silos holding dry materials may generally be designed as Class 0 however it may be appropriate for Class 1, 2 or 3 to be used where the stored material is particularly sensitive to moisture.

(116) Special care should be taken where members are subject to tensile stresses due to the restraint of shrinkage or thermal movements.

(117) Acceptance criteria for liquid retaining structures may include maximum level of leakage.

7.3.3 Control of cracking without direct calculation

Replace note in Application Rule (2):

NOTE Where the minimum reinforcement given by 7.3.2 is provided, Figures 7.103N and 7.104N give values of maximum bar diameters and bar spacings for various design crack widths for sections totally in tension.

The maximum bar diameter given by Figure 7.103N should be modified using Expression 7.122 below rather than Expression 7.7 which applies where ϕ_s^* has been calculated for pure flexure:

where:

ϕ_s is the adjusted maximum bar diameter

ϕ_s^* is the maximum bar diameter obtained from Figure 7.103N

h is the overall thickness of the member

d is the depth to the centroid of the outer layer

від протилежної поверхні бетону (див. рисунок 7.1(c) в частині 1)

of reinforcement from the opposite face of the concrete (see Figure 7.1(c) in Part 1)

$f_{ct,eff}$ приведені середні значення міцності бетону при розтягу, як визначено в частині 1, де $f_{ct,eff}$ дане в МПа.

$f_{ct,eff}$ is the effective mean value of the tensile strength of the concrete as defined in Part 1 where $f_{ct,eff}$ is in MPa.

У випадку виникнення тріщин, обумовлених в основному, обмеженням переміщень, розміри стрижня, дані на рисунку 7.103N, не мають бути перевищені, коли напруження сталі є величиною, отриманою миттєво після розтріскування (тобто σ_s у виразі 7.1).

For cracking caused dominantly by restraint, the bar sizes given in Figure 7.103N should not be exceeded where the steel stress is the value obtained immediately after cracking (i.e. σ_s in Expression 7.1)

У випадку виникнення тріщин, обумовлених в основному навантаженням, максимальні розміри стрижня відповідають рисунку 7.103N або максимальний крок стрижня відповідає рисунку 7.104N. Напруження в сталі має бути розраховане на основі перерізу з тріщинами при відповідному сполученні навантажень.

For cracks caused dominantly by loading, either the maximum bar sizes from Figure 7.103N or the maximum bar spacings from Figure 7.104N may be complied with. The steel stress should be calculated on the basis of a cracked section under the relevant combination of actions.

Для проміжних значень розрахункової ширини тріщини величини можуть бути інтерпольовані.

For intermediate values of design crack width, values may be interpolated.

7.3.4 Розрахунок ширини розкриття тріщин

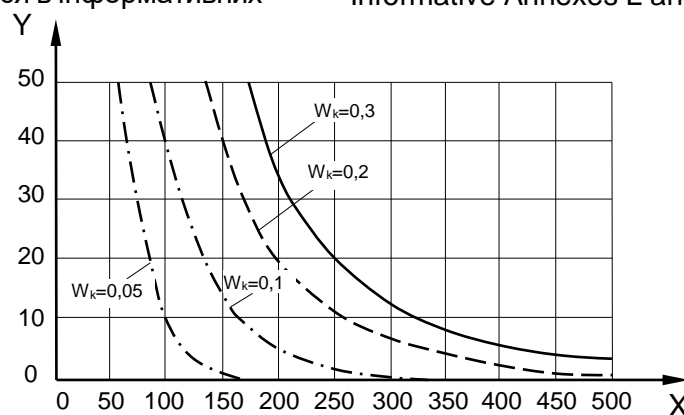
7.3.4 Calculation of crack widths

Додається після правила застосування (5)

Addition after Application Rule (5)

(106) Інформація щодо розрахунку ширини тріщин в елементах, що зазнали дії обмежених теплових напружень або напружень усадки, дається в інформативних додатках L і M.

(106) Information on the calculation of crack widths in members subjected to restrained thermal or shrinkage strains is given in Informative Annexes L and M.



Позначення

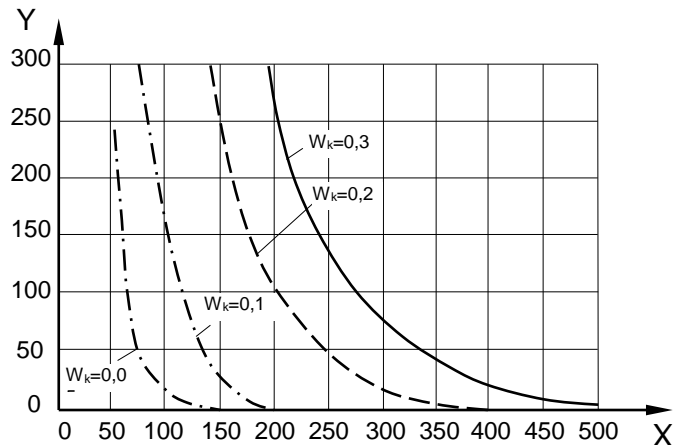
X напруження арматури, σ_s (Н/мм²)
Y максимальний діаметр стрижнів (мм)

Key

X reinforcement stress, σ_s (N/mm²)
Y maximum bar diameter (mm)

Рисунок 7.103N — Максимальні діаметри стрижнів для контролю тріщини в елементах, що зазнають дії осьового розтягу

Figure 7.103N — Maximum bar diameters for crack control in members subjected to axial tension



Позначення

X напруження арматури, σ_s (Н/мм²)
 Y максимальний крок стрижнів (мм)

Key

X reinforcement stress, σ_s (N/mm²)
 Y maximum bar spacing (mm)

Рисунок 7.104N — Максимальна відстань між стрижнями для контролю тріщини в елементах, що зазнають дії осьового розтягу

Figure 7.104N — Maximum bar spacings for crack control in members subjected to axial tension

Додається після 7.3.4

Addition after 7.3.4

7.3.5 Мінімізація розтріскування внаслідок обмеження деформацій

7.3.5 Minimising cracking due to restrained imposed deformations

(101) Якщо бажано мінімізувати формування тріщин, обумовлених обмеженням деформацій, які виникають в результаті зміни температури або усадки, то для для конструкцій класу 1 (див. таблицю 7.105), цього можна досягти не перевищенням відповідних напружень розтягу значення міцності бетону на розтяг $f_{ctk,0.05}$, скориговану, якщо це доцільно, для плоского напруженого стану (див. Додаток QQ до EN 1992-2), а для конструкцій класу 2 або класу 3, де не використовується футерування, шляхом перевірки того, що переріз знаходиться в стиснутому стані. Це може бути досягнуто таким чином:

(101) Where it is desirable to minimise the formation of cracks due to restrained imposed deformations resulting from temperature change or shrinkage, this may be achieved for Class 1 structures (see Table 7.105) by ensuring that the resulting tensile stresses do not exceed the available tensile strength $f_{ctk,0.05}$ of the concrete, adjusted, if appropriate, for the two-dimensional state of stress (see Annex QQ of EN 1992-2) and, for Class 2 or Class 3 structures where a liner is not used, by ensuring that the whole section remains in compression. This may be achieved by:

- обмеженням росту температури при гідратації цементу
- усуненням або зменшенням обмежувачів
- зменшенням усадки бетону
- використанням бетону з низьким коефіцієнтом теплового розширення
- використанням бетону з високою здатністю до деформацій при розтягу

- limiting the temperature rise due to hydration of the cement
- removing or reducing restraints
- reducing the shrinkage of the concrete
- using concrete with a low coefficient of thermal expansion
- using concrete with a high tensile strain capacity (Class 1 structures only)

(тільки конструкції класу 1)

— застосуванням попереднього напруження.

(102) Як правило, достатньо високу точність розрахунку напружень дає припущення, що бетон пружний і, враховуючи, ефект повзучості, використовують фактичний модуль пружності для бетону. Інформативний Додаток L дає спрощений метод оцінювання напруження і деформацій в бетонних елементах при обмеженні деформацій, який може бути використаний при відсутності більш точного розрахунку.

Розділ 8 Конструктивні вимоги

8.10.1 Розташування попередньо напружених арматурних елементів і каналів

8.10.1.3 Канали для попереднього напруження на бетон

Додається після правила застосування (1)

(102) В разі круглих емностей із внутрішнім попереднім напруженням треба запобігати можливості місцевих руйнувань бетону внутрішньої поверхні арматурними елементами. Взагалі, цього можна уникнути, якщо теоретичний центр ваги горизонтальних пучків лежить в зовнішній третій стіни. Якщо виконання цієї вимоги неможливе, вона може бути послаблена при умові, що канал напруженого арматурного елемента знаходиться у зовнішній половині стіни.

(103) Діаметр каналу всередині стіни не повинен, як правило, перевищувати в k разів товщину стіни.

ПРИМІТКА Значення k для використання в країні можна знайти в її національному додатку. Рекомендоване значення $k = 0,25$.

(104) Сили попереднього напруження на стіну повинні бути розподілені по можливості рівномірно. Якщо спеціальні заходи не приймаються, анкери або контрфорси повинні бути розташовані так, щоб зменшити можливість нерівномірного розподілу сили .

(105) При експлуатації конструкцій, які

— application of prestressing

(102) It will generally be sufficiently accurate to calculate the stresses assuming the concrete to be elastic and to allow for the effects of creep by use of an effective modulus of elasticity for the concrete. Informative Annex L provides a simplified method of assessing stresses and strains in restrained concrete members which may be used in the absence of more rigorous calculation.

Section 8 Detailing provisions

8.10.1 Arrangement of prestressing tendons and ducts

8.10.1.3 Post-tension ducts

Addition after Application Rule (1)

(102) In the case of circular tanks with internal prestressing, care needs to be taken to avoid the possibility of local failures due to the tendons breaking out through the inside cover. In general, this will be avoided if the theoretical centroid of the horizontal cables lies in the outer third of the wall. Where the cover provisions make this impossible, this requirement may be relaxed provided the tendon duct remains within the outer half of the wall.

(103) The diameter of a duct within a wall should generally not exceed k times the wall thickness.

NOTE The value of k for use in a country may be found in its National Annex. The recommended value is $k = 0,25$.

(104) The prestressing force on a wall should be distributed as evenly as possible. Anchorages or buttresses should be so arranged as to reduce the possibilities of uneven force distribution unless specific measures are taken to take the effects into account.

пр ДСТУ-Н Б EN 1992-3:201X

зазнають дію підвищених температур, і, які містять вертикальні попередньо напружені арматурні елементи без зчеплення з бетоном, було виявлено, що захисне мастило в каналах здатне витікати. Аби запобігти цього, краще уникнути використання попередньо напружених арматурних елементів без зчеплення з бетоном в якості вертикального напруження. Якщо ж вони використовуються, то необхідно забезпечити засоби для перевірки наявності захисного мастила та при необхідності його поновлювати.

8.10.4 Анкерні пристрої та з'єднувальні елементи для попередньо напружених арматурних елементів

Додається після правила застосування (5)

(106) Якщо анкери розташовуються на внутрішній стороні резервуарів, особливу увагу слід приділяти захисту їх від можливої корозії.

Розділ 9 Конструювання елементів і особливі правила

9.6 Залізобетонні стіни

Додається після 9.6.4

9.6.5 Кутові з'єднання між стінами

(101) Там, де стіни з'єднуються монолітно в куті, і зазнають дії моментів та зсувів, які ведуть до розкриття кута (тобто внутрішні поверхні стін в напруженні), увага потрібна при деталізації арматури, щоб гарантувати, що діагональні сили розтягування адекватно прийняті до уваги. Підходящим проектним рішенням являється модель «розпірок та тяжів», як вказано в 5.6.4 EN 1992-1-1.

9.6.6 Деформаційні шви

(101) Якщо ефективні та економічні заходи не можуть бути прийняті для обмеження розтріскування, конструкції збереження і утримання рідини повинні розділятися деформаційними швами. Стратегія вибору буде залежати від умов експлуатації конструкції і ступеня ризику протікання. В різних країнах були розроблені різноманітні

(105) Where structures subjected to elevated temperatures containing vertical unbonded tendons are used, it has been found that the protective grease is liable to run out. To avoid this, it is better to avoid the use of unbonded prestressing tendons as vertical prestress. If they are used, means should be provided to enable the presence of protective grease to be checked and renewed if necessary.

8.10.4 Anchorages and couplers for prestressing tendons

Addition after Application Rule (5)

(106) If anchorages are located on the inside of tanks, particular care should be taken to protect them against possible corrosion.

Section 9 Detailing of members and particular rules

9.6 Reinforced concrete walls

Addition after 9.6.4

9.6.5 Corner connections between walls

(101) Where walls are connected monolithically at a corner and are subjected to moments and shears which tend to open the corner (i.e. the inner faces of the walls are in tension), care is required in detailing the reinforcement to ensure that the diagonal tension forces are adequately catered for. A strut and tie system as covered in 5.6.4 of EN 1992-1-1 is an appropriate design approach.

9.6.6 Provision of movement joints

(101) If effective and economic means cannot otherwise be taken to limit cracking, liquid retaining structures should be provided with movement joints. The strategy to be adopted will depend on the conditions of the structure in service and the degree of risk of leakage which is acceptable. Different procedures for the satisfactory design and construction of joints

конструкції швів для задовільного проектування. Необхідно зауважити, що задовільна робота з'єднань потребує, щоб вони формувалися коректно. Більш того, матеріал для ущільнення в з'єднаннях часто має термін служби менший, ніж проектний строк роботи конструкції і, в таких випадках, з'єднання повинні бути сконструйовані так, щоб вони могли інспектуватись, ремонтуватись чи відновлюватись. Більше інформації щодо забезпечення рухомих з'єднань дано в інформативному Додатку N. Також необхідно гарантувати, що матеріал ущільнювача суміщається з матеріалом чи рідиною, яка зберігається.

9.11 Попередньо напружені залізобетонні стіни

9.11.1 Мінімальна площа конструктивного армування та розміри поперечного перерізу

(101) Там, де немає вертикального попереднього напруження (або немає похилого попереднього напруження в похилих стінах), вертикальне (чи похиле) армування повинно бути передбачено на основі правил армування бетону.

(102) Товщина стін, формуючих боки резервуарів чи цистерн, повинна бути не менша за t_1 мм для класу 0 або t_2 мм для класів 1 або 2. Сформована за шаблоном стіна не повинна бути тонша ніж t_2 мм для любого класу, а отвори, які залишені підйомними стрижнями, повинні бути заповнені відповідним розчином.

ПРИМІТКА значення t_1 і t_2 для використання в даній країні можна знайти в її національному додатку. Рекомендованим значенням t_1 є 120 мм, а t_2 – 150 мм.

have been developed in different countries. It should be noted that the satisfactory performance of joints requires that they are formed correctly. Furthermore, the sealants to joints frequently have a life considerably shorter than the design working life of the structure and therefore in such cases joints should be constructed so that they are inspectable and repairable or renewable. Further information on the provision of movement joints is given in Informative Annex N. It is also necessary to ensure that the sealant material is appropriate for the material or liquid to be retained.

9.11 Prestressed walls

9.11.1 Minimum area of passive reinforcement and cross-sectional dimensions

(101) Where there is no vertical prestressing (or no inclined prestressing in inclined walls), vertical (or inclined) reinforcement should be provided on the basis of reinforced concrete design.

(102) The thickness of walls forming the sides of reservoirs or tanks should generally not be less than t_1 mm for class 0 or t_2 mm for classes 1 or 2. Slipformed walls should not be thinner than t_2 mm whatever the class and the holes left by the lifting rods should be filled with a suitable grout.

NOTE The values of t_1 and t_2 for use in a country may be found in its National Annex. The recommended value for t_1 is 120 mm and for t_2 is 150 mm.

Додаток К
(інформативний)

Дія температури на властивості бетону

К.1 Загальні положення

(101) Цей додаток стосується змін фізико-механічних властивостей бетону при температурах в діапазоні з -25°C до $+200^{\circ}\text{C}$. Цими властивостями є: міцність і жорсткість, повзучість і короточасна термічна деформація.

(102) У всіх випадках змін властивостей має місце чітка залежність від особливого типу використаного бетону і цей додаток не повинен вважатись таким, що дає більшу за загальну інформацію.

К.2 Властивості матеріала при температурі нижче нуля

(101) Коли бетон охолоджений нижче нуля, його міцність і жорсткість підвищуються. Це підвищення залежить в основному від вмісту води бетону: більш високий вміст води дає більшу міцність і жорсткість. Необхідно зауважити, що підвищення властивостей прийнятне лише в конструкціях, що будуть постійно нижче рівня -25°C .

(102) Охолодження бетону до -25°C веде до підвищення міцності при стиску:

— приблизно 5 МПа для частково сухого бетону

— приблизно 30 МПа для вологого бетону.

(103) Вирази, наведені у таблиці 3.1 для значення міцності на розрив, можуть бути змінені, щоб врахувати дію температури таким чином:

$$f_{ctx} = \alpha f_{ckT}^{2/3} \quad [\text{K.1}]$$

де:

f_{ctx} — міцність на розтяг, яка визначається (див. таблицю К.1).

α — коефіцієнт, що враховує вміст води в бетоні. Значення α дані в таблиці К.1.

f_{ckT} — характеристична міцність бетону при

Annex K
(informative)

Effect of temperature on the properties of concrete

K.1 General

(101) This Annex covers the effects on the material properties of concrete of temperatures in the range -25°C to $+200^{\circ}\text{C}$. Properties covered are: strength and stiffness, creep and transitional thermal strain.

(102) In all cases the changes in properties are strongly dependant on the particular type of concrete used and the Annex should not be considered to provide more than general guidance.

K.2 Material properties at sub-zero temperatures

(101) When concrete is cooled to below zero, its strength and stiffness increase. This increase depends mainly on the moisture content of the concrete: the higher the moisture content, the greater is the increase in strength and stiffness. It should be noted that the enhancement in properties would apply only to structures, which would be permanently below -25°C .

(102) Cooling concrete to -25°C leads to increases in the compressive strength of:

— around 5 MPa for partially dry concrete

— around 30 MPa for saturated concrete.

(103) The expressions given in Table 3.1 for tensile strength may be modified to give the effect of temperature as follows:

where:

f_{ctx} — tensile strength, however defined (see Table K.1).

α — a coefficient taking account of the moisture content of the concrete. Values of α are given in Table K.1.

f_{ckT} — the characteristic compressive strength of

стиску з врахуванням температури згідно до (102) вище.

the concrete modified to take account of temperature according to (102) above.

Таблиця К.1 — Значення α для насиченого і сухого бетону

Table K.1 — Values of α for saturated and dry concrete

Визначення міцності на розтяг (f_{ctx}) Definition of tensile strength (f_{ctx})	Вологий бетон Saturated concrete	Сухий бетон Dry concrete
f_{ctm}	0,47	0,30
$f_{ctk 0,05}$	0,27	0,21
$f_{ctk 0,95}$	0,95	0,39

(104) Охолодження бетону до -25°C веде до збільшення модуля пружності:

- приблизно 2 000 МПа для частково сухого бетону
- приблизно 8 000 МПа для насиченого вологою бетону.

(104) Cooling concrete to -25°C leads to increases in the modulus of elasticity of:

- around 2 000 MPa for partially dry concrete
- around 8 000 MPa for saturated concrete.

(105) Повзучість при температурі нижче нуля можна приймати від 60 % до 80 % повзучості при нормальній температурі. При температурі нижче -20°C повзучістю можна нехтувати.

(105) Creep at sub-zero temperatures may be taken to be 60 % to 80 % of the creep at normal temperatures. Below -20°C creep may be assumed to be negligible.

К.3 Властивості матеріалу при підвищених температурах

K.3 Material properties at elevated temperatures

(101) Інформація про міцність бетону при стиску і міцність на розтяг при температурах вище нормальній може бути отримана з 3.2.2 EN 1992-1-2.

(101) Information on the compressive strength and tensile strength of concrete at temperatures above normal may be obtained from 3.2.2 of EN 1992-1-2.

(102) Модулі пружності бетону можуть бути прийняті без зміни до температури 50°C . Для більш високої температури лінійне зменшення модулів пружності до 20 % може бути прийняте при температурі 200°C .

(102) The modulus of elasticity of concrete may be assumed to be unaffected by temperature up to 50°C . For higher temperatures, a linear reduction in modulus of elasticity may be assumed up to a reduction of 20 % at a temperature of 200°C .

(103) Для бетону, нагрітого до навантаження, коефіцієнт повзучості може бути прийнятий збільшеним при температурі вищій за нормальну (20°C) за рахунок відповідного показника з таблиці К.2.

(103) For concrete heated prior to loading, the creep coefficient may be assumed to increase with increase in temperature above normal (assumed as 20°C) by the appropriate factor from Table K.2

Таблиця К.2 – Множники коефіцієнта повзучості для врахування температури, коли бетон нагрівається перед навантаженням

Table K.2 – Creep coefficient multipliers to take account of temperature where the concrete is heated prior to loading

Температура (°C) Temperature (°C)	Множник коефіцієнта повзучості Creep coefficient multiplier
20	1,00
50	1,35
100	1,96
150	2,58
200	3,20

ПРИМІТКА Значення в таблиці взяті з Бюлетеню № 208 СЕВ і добре узгоджуються з множниками, обчисленими на основі енергії активації для повзучості 8 кДж/мол.

NOTE The values in the table have been deduced from CEB Bulletin 208 and are in good agreement with multipliers calculated on the basis of an activation energy for creep of 8 kJ/mol.

(104) В разі, коли навантаження має місце при нагріванні бетону, виникнуть деформації, які перевищать деформації, що були розраховані з використанням множників коефіцієнта повзучості, надані в (103). Ця перевищена короточасна температурна деформація є необоротною, незалежною від часу деформацією, яка має місце в нагрітому бетоні в напружених умовах. Максимальна короточасна температурна деформація може бути розрахована приблизно за виразом:

(104) In cases where the load is present during the heating of the concrete, deformations will occur in excess of those calculated using the creep coefficient multipliers given in (103) above. This excess deformation, the transitional thermal strain, is an irrecoverable, time-independent strain which occurs in concrete heated while in a stressed condition. The maximum transitional thermal strain may be calculated approximately from the expression:

$$\epsilon_{Tr} = k\sigma_c\epsilon_{Th} / f_{cm} \quad [K.2]$$

де:

where:

k = постійна, отримана з випробувань. Значення k лежить в діапазоні: $1,8 \leq k \leq 2,35$

k = a constant obtained from tests. The value of k will be within the range $1,8 \leq k \leq 2,35$

f_{cm} = середня компресійна міцність бетону

f_{cm} = the mean compressive strength of the concrete

ϵ_{Tr} = короточасна температурна деформація

ϵ_{Tr} = the transitional thermal strain

ϵ_{Th} = вільна температурна деформація в бетоні (зміна температури \times на коефіцієнт розширення)

ϵ_{Th} = the free thermal strain in the concrete (= temperature change \times the coefficient of expansion)

σ_c = напруження стиску.

σ_c = the applied compressive stress.

Додаток L
(інформативний)

Обчислення деформацій і напружень в бетонних перерізах, що підпали під дію обмежених накладених деформацій

L.1 Вирази для обчислення деформації і напруження в перерізах без тріщин

(101) Деформація на будь-якому рівні в перерізі визначається виразом:

$$\varepsilon_{az} = (1 - R_{ax}) \varepsilon_{iav} + (1 - R_m) (1/r)(z - \underline{z}) \quad [L.1]$$

а напруження в бетоні – виразом:

$$\sigma_z = E_{c,eff} (\varepsilon_{iz} - \varepsilon_{az}) \quad [L.2]$$

де:

R_{ax} = показник, що визначає ступінь зовнішнього обмеження осевого переміщення в'язями, прикріпленими до елемента, що розглядається

R_m = показник, що визначає ступінь обмеження кутового переміщення, забезпечену в'язями, прикріпленими до елемента, що розглядається. В загальному разі R_m може бути прийнятим 1,0

$E_{c,eff}$ = фактичний модуль пружності бетону з врахуванням умов повзучості

ε_{iav} = усереднена деформація в елементі, спричинена закріпленням (тобто середня деформація, яка буде мати місце, якщо елемент був повністю не обмеженим)

ε_{iz} = деформація на рівні z , спричинена закріпленням

ε_{az} = діюча деформація на рівні z

z = висота перерізу

\underline{z} = висота до центру ваги перерізу

$1/r$ = кривизна

L.2 Оцінка обмеження

(101) Показники обмеження можуть бути обчислені, про виходячи з жорсткості елемента, що розглядається, і елементів, прикріплених до нього. В якості альтернативи, практичні показники обмеження проти продольного переміщення для загальних ситуацій можуть бути взяті з рисунку L.1 і таблиці L.1. В багатьох випадках (наприклад, зразок стіни на товстій

Annex L
(informative)

Calculation of strains and stresses in concrete sections subjected to restrained imposed deformations

L.1 Expressions for the calculation of stress and strain in an uncracked section

(101) The strain at any level in a section is given by:

$$\varepsilon_{az} = (1 - R_{ax}) \varepsilon_{iav} + (1 - R_m) (1/r)(z - \underline{z}) \quad [L.1]$$

and the stress in the concrete may be calculated from:

$$\sigma_z = E_{c,eff} (\varepsilon_{iz} - \varepsilon_{az}) \quad [L.2]$$

where:

R_{ax} = factor defining the degree of external axial restraint provided by elements attached to the element considered

R_m = factor defining the degree of moment restraint provided by elements attached to the element considered. In most common cases R_m may be taken as 1,0

$E_{c,eff}$ = effective modulus of elasticity of the concrete allowing for creep as appropriate

ε_{iav} = average imposed strain in the element (i.e. the average strain which would occur if the member was completely unrestrained)

ε_{iz} = imposed strain at level z

ε_{az} = actual strain at level z

z = height to section

\underline{z} = height to section centroid

$1/r$ = curvature

L.2 Assessment of restraint

(101) The restraint factors may be calculated from a knowledge of the stiffnesses of the element considered and the members attached to it. Alternatively, practical axial restraint factors for common situations may be taken from Figure L.1 and Table L.1. In many cases (e.g. a wall cast onto a heavy preexisting base) it will be clear that no significant curvature could occur and a moment restraint factor of 1,0 will

Таблиця L.1 — Показники обмеження для центральної зони стін, показаних на рисунку L.1
Table L.1 — Restraint factors for central zone of walls shown in Figure L.1

Відношення L/H (див. рис. L.1) Ratio L/H (see Fig. L.1)	Показник обмеження при основі Restraint factor at base	Показник обмеження нагорі Restraint factor at top
1	0,5	0
2	0,5	0
3	0,5	0,05
4	0,5	0,3
>8	0,5	0,5

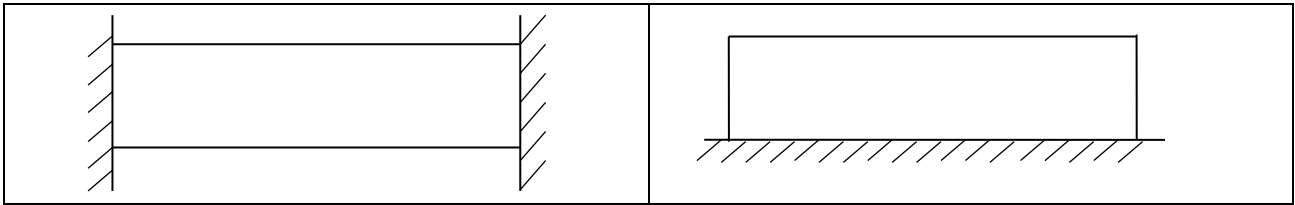
Додаток М
(інформативний)

Обчислення ширини тріщини через обмеження накладених деформацій

М.1 Загальні відомості

(101) Видами накладених деформацій, що розглядаються в цьому додатку, є усадка і початкові температурні деформації, визвані охолодженням елементів безпосередньо після формування.

Є дві основні проблеми, на які необхідно звернути увагу. Це пов'язано з різними типами обмеження і схематично показано нижче.



(a) обмеження елемента на його кінцях
(a) restraint of a member at its ends

(b) обмеження вздовж однієї грані
(b) restraint along one edge

Рисунок М.1 — Типи обмеження в стінах
Figure M.1 — Types of restraint to walls

Фактори, що призводять до тріщин у цих двох випадках істотно відрізняються; і обидва мають реальне практичне значення. (a) має місце, коли новий переріз бетону заливається між двома існуючими перерізами. (b) є більш важливим і виникає, коли стіна заливається на існуючу жорстку основу. (a) інтенсивно досліджувався декілька останніх десятиліть і достатньо вивчений. (b) не достатньо досліджений і існує мало опублікованих посібників.

М.2 Обмеження елемента

(a) Обмеження елемента на його кінцях

Максимальна ширина тріщини може бути обчислена з використанням виразу 7.8 в EN 1992-1-1, де $(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$ обчислюється за

Annex M
(informative)

Calculation of crack widths due to restraint of imposed deformationsj

M.1 General

(101) The forms of imposed deformation covered in this Annex are shrinkage and early thermal movements due to cooling of members during the days immediately after casting.

There are two basic practical problems which need to be addressed. These relate to different forms of restraint and are as sketched below.

The factors controlling the cracking in these two cases are rather different; and both are of real practical significance. (a) occurs when a new section of concrete is cast between two pre-existing sections. (b) is particularly common and arises where a wall is cast onto a pre-existing stiff base. (a) has been researched extensively over the past few decades years and is reasonably well understood. (b) has not been studied so systematically and there appears to be little published guidance.

M.2 Restraint of a member

(a) Restraint of member at its end

The maximum crack width may be calculated using Expression 7.8 in EN 1992-1-1 where $(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$ is calculated from expression M.1:

виразом М.1:

$$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,5\alpha_e k_c k_{f_{ct,eff}} (1 + 1/(\alpha_e \rho)) / E_s. \quad [M.1]$$

При контролі розтріскування без прямого розрахунку - σ_s може бути знайдена за виразом М.2 і далі використана разом із рисунками 7.103N і 7.104N для знаходження необхідного розташування арматури:

For checking cracking without direct calculation, σ_s may be calculated from Expression M.2 which may then be used with Figures 7.103N and 7.104N to obtain a suitable arrangement of reinforcement.

$$\sigma_s = k_c k_{f_{ct,eff}} / \rho \quad [M.2]$$

Де ρ дорівнює A_s/A_{ct} , а A_{ct} – зона розтягу бетону, як визначено в 7.3.2.

Where ρ is A_s/A_{ct} and A_{ct} is the area of concrete in tension as defined in 7.3.2.

(b) Довга стіна, обмежена вздовж однієї грані

(b) A long wall restrained along one edge

На відміну від наведеної вище ситуації, формування тріщини в цьому випадку залежить лише від розподілу локальних напружень, і ширина тріщини є функцією обмеженої деформації в більшій мірі, ніж здатності до пружного розтягу бетону. Обґрунтована оцінка ширини тріщини може бути зроблена беручи до уваги $(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$, яка дається формулою М.3 у виразі 7.8 EN 1992-1-1:

Unlike the end restrained situation, the formation of a crack in this case only influences the distribution of stresses locally and the crack width is a function of the restrained strain rather than the tensile strain capacity of the concrete. A reasonable estimate of the crack width can be made by taking the value of $(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$ given by expression M.3 in expression 7.8 in EN 1992-1-1:

$$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = R_{ax} \epsilon_{free} \quad [M.3]$$

де:

where:

R_{ax} = показник опору. Це розглядається в інформативному додатку L.

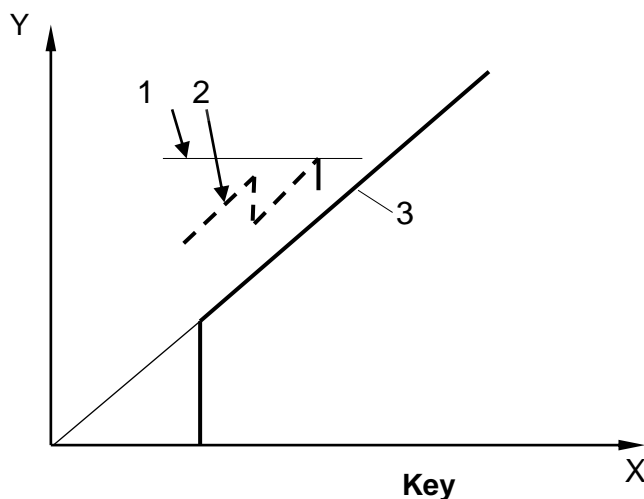
R_{ax} = the restraint factor. This is considered in Informative Annex L.

ϵ_{free} = розтяг, який буде мати місце, якщо елемент був повністю незакріпленим.

ϵ_{free} = the strain which would occur if the member was completely unrestrained.

Рисунок М.2 ілюструє різницю між розтріскуванням в двох ситуаціях обмеження.

Figure M.2 illustrates the difference between the cracking in the two restraint situations.



Позначення

X Деформація,
спричинена закріпленням

Y Ширина тріщини

1 Вираз М.1

2 Розтріскування через обмеження кінців

3 Розтріскування через обмеження грані (вираз [М.3])

X Imposed deformation

Y Crack width

1 Expression M.1

2 Cracking due to end restraint

3 Cracking due to edge restraint (expression [M.3])

Рисунок М.2 - Взаємозв'язок між шириною тріщини і напруженням, спричиненим обмеженням переміщень, для двох типів закріплення стін

Figure M.2 - Relation between crack width and imposed strain for edge and end restrained walls

Додаток N
(інформативний)

Annex N
(informative)

Вимоги до деформаційних швів

Provision of movement joints

(101) Можливі дві основні альтернативи:

(101) There are two main options available:

а) конструкція повністю закріплена. В цьому випадку відсутні деформаційні шви, ширину і довжину тріщини обмежують шляхом забезпечення відповідного армування згідно до положень 7.3;

a) design for full restraint. In this case, no movement joints are provided and the crack widths and spacings are controlled by the provision of appropriate reinforcement according to the provisions of 7.3;

б) конструкція з вільним переміщенням. Розтріскування обмежується відстанню між швами. Забезпечується наявність деякої кількості арматури для передачі любых переміщень в напрямку до прилеглого шва. Між швами не повинно виникати значного розтріскування. Там, де обмеження забезпечується бетоном нижче елемента, що розглядається, може використовуватись ковзне з'єднання щоб усунути або зменшити обмеження.

b) design for free movement. Cracking is controlled by the proximity of joints. A moderate amount of reinforcement is provided sufficient to transmit any movements to the adjacent joint. Significant cracking between the joints should not occur. Where restraint is provided by concrete below the member considered, a sliding joint may be used to remove or reduce the restraint.

Таблиця N.1 показує рекомендації для вибору.

Table N.1 indicates the recommendations for the options.

Таблиця N.1 — Проектування з'єднань для контролю розтріскування
Table N.1 — Design of joints for the control of cracking

Варіант Option	Метод контролю Method of control	Відстань між швами Movement joint spacing	Армування Reinforcement
(a)	Постійний – повне обмеження continuous – full restraint	За звичай шви відсутні, хоча може бути бажаними наявність широко розставлених швів там, де очікуються великі накладені деформації (температура або усадка) Generally no joints, though some widely spaced joints may be desirable where a substantial imposed deformation (temperature or shrinkage) is expected	Армування згідно до розділів 6 і 7.3 Reinforcement in accordance with Chapters 6 and 7.3
(b)	Деформаційні шви без проміжків – мінімальне обмеження Close movement joints – minimum restraint	Суцільні шви на відстані більше 5 м або 1,5 раза висоти стіни Complete joints at greater of 5 m or 1.5 times wall height	Армування згідно з розділом 6, але не менше, ніж мінімум, даний з 9.6.2 до 9.6.4 Reinforcement in accordance with Chapter 6 but not less than minimum given in 9.6.2 to 9.6.4

Додаток НА
(довідковий)

Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних МС, посилання на які є в EN 1992-3:2006

Позначення та назва європейського стандарту	Ступінь відповідності	Позначення та назва національного стандарту України (ДСТУ) згідно з Наказом Мінрегіону № 649 від 21.12.12
EN 1990 Eurocode, Basis of structural design	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1990:2008 «Єврокод. Основи проектування конструкцій (EN 1990:2002, IDT)»
EN 1991-1-5, Eurocode 1, Actions on structures – Part 1-5: General Actions – Thermal actions	IDT	ДСТУ EN 1991-1-5:20XX «Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-5. Загальні дії. Теплові дії»
EN 1992-1-1, Eurocode 2, Design of concrete structures – Part 1.1: General rules and rules for buildings	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1992-1-1:2010 «Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1992-1-1:2004, IDT)»
EN 1992-1-2, Eurocode 2, Design of concrete structures – Part 1.2: General rules – Structural fire design	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:20XX «Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1992-1-2:2005, IDT)»
EN 1997, Eurocode 7: Geotechnical design	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1997-1:2010 «Єврокод 7. Геотехнічне проектування. Частина 1. Загальні правила (EN 1997-1:2004, IDT)» ДСТУ-Н Б EN 1997-2:2010 «Єврокод 7. Геотехнічне проектування. Частина 2. Дослідження і випробування ґрунту (EN 1997-2:2007, IDT)

Код УКНД 91.010.30; 91.080.40

Ключові слова: конструкції бетонні, конструкції залізобетонні, конструкції попередньо напружені залізобетонні, конструкції для зберігання і утримання рідини, тріщиноутворення.

Заступник директора ДП НДІБК
з наукової роботи

В. Тарасюк

Завідувач відділу надійності
будівельних конструкцій,

А. Бамбура

Відповідальний виконавець,
старший науковий співробітник

В. Пошивач