



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**ЄВРОКОД 3. ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ
КОНСТРУКЦІЙ**

**Частина 4-3. Трубопроводи
(EN 1993-4-3:2007, IDT)**

ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3

(Проект, перша редакція)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожним перекладом EN 1993-4-3:2007 "Eurocode 3: Design of steel structures – Part 4-3: Pipelines " (Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 4-3. Трубопроводи) з технічною поправкою EN 1993-4-3:2007/AC:2009.

EN 1993-4-3:2007 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 1993-4-3:2012 "Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 4-3. Трубопроводи (EN 1993-4-3:2007, IDT)", 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.2.3 "Споруди транспорту (в тому числі магістральні трубопроводи)".

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 1993-4-3:2007" у цей "Національний вступ" взяте те, що безпосередньо стосується цього стандарту;
- національний довідковий додаток наведено як настанову для користувачів.

Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних МС, посилання на які є в EN 1993-4-3:2007, наведено у додатку НА.

Копії, не прийнятих в Україні як національні нормативних документів, на які є посилання в цьому стандарті, можна отримати в Головному фонді нормативних документів.

Технічна поправка EN 1993-4-3:2007/AC:2009 до EN 1993-4-3:2007 подана в кінці ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012 після додатка НА.

ЗМІСТ

Вступ	VI
Основи програми Єврокодів	1
Статус та галузь застосування Єврокодів	2
Національні стандарти, що впроваджують Єврокоди	4
Зв'язки між Єврокодами та гармонізованими технічними умовами (ENs та ETAs) для виробів	4
Додаткова інформація щодо EN 1993-4-3	4
Національний додаток до EN 1993-4-3	5
1 Загальні положення	6
1.1 Сфера застосування	6
1.2 Нормативні посилання	8
1.3 Припущення	10
1.4 Відмінність між принципами і правилами використання	10
1.5 Терміни та визначення понять	10
1.6 Одиниці системи СІ	11
1.7 Позначки	11
1.8 Термінологія	13
2 Основи проектування	15
2.1 Загальні положення	15
2.2 Основні вимоги до трубопроводів	15
2.3 Диференціація надійності	16
2.4 Методи аналізу	16
2.5 Граничні стани за несучою здатністю	16
2.6 Граничні стани експлуатаційної придатності	17
3 Властивості матеріалів	18
3.1 Загальні положення	18
3.2 Механічні властивості трубопровідної сталі	18
3.3 Механічні властивості зварних швів	19
3.4 Вимоги до ударної в'язкості листових матеріалів і зварних швів	20
3.5 З'єднувальні елементи	20

CONTENTS

Foreword	VI
Background of the Eurocode programme	1
Status and field of application of Eurocodes.	2
National Standards implementing Eurocodes	4
Links between Eurocodes and harmonised technical specifications (ENs and ETAs)	4
Additional information specific to EN 1993-4-3.	4
National Annex for EN 1993-4-3	5
1 General	6
1.1 Scope	6
1.2 Normative references	8
1.3 Assumptions	10
1.4 Distinction between principles and application rules	10
1.5 Definitions	10
1.6 S.I. units	11
1.7 Symbols used in Part 4-3 of Eurocode 3	11
1.8 Terminology	13
2 Basis of design	15
2.1 General	15
2.2 Fundamental requirements for pipelines	15
2.3 Reliability differentiation	16
2.4 Methods of analysis	16
2.5 Ultimate limit states	16
2.6 Serviceability limit states	17
3 Properties of materials	18
3.1 General	18
3.2 Mechanical properties of pipeline steels	18
3.3 Mechanical properties of welds	19
3.4 Toughness requirements of plate materials and welds	20
3.5 Fasteners	20

3.6	Властивості ґрунту	20	3.6	Soil properties	20
4	Дії	20	4	Actions	20
4.1	Дії, які підлягають розгляду	20	4.1	Actions to be considered	20
4.2	Часткові коефіцієнти дій	21	4.2	Partial factors for actions	21
4.3	Сполучення навантажень для граничних станів за несучою здатністю.	21	4.3	Load combinations for ultimate limit states	21
4.4	Сполучення навантажень для розрахунку граничних станів експлуатаційної придатності	22	4.4	Load combinations for serviceability limit state design	22
5	Розрахунок	22	5	Analysis	22
5.1	Розрахункові моделі	22	5.1	Structural models	22
5.2	Перевірка граничного стану за несучою здатністю	27	5.2	Ultimate limit state verification	27
5.3	Перевірка граничного стану експлуатаційної придатності	29	5.3	Serviceability limit state verifications	29
6	Аспекти проектування, виготовлення і монтажу конструкцій	29	6	Structural design aspects of fabrication and erection	29
Додаток А (довідковий)			Annex A [informative]		
Аналіз опорів, деформацій, напружень і розтягів підземних трубопроводів			Analysis of resistances, deformations, stresses and strains of buried pipelines		
А.1 Метод і сфера застосування аналізу			A.1 Procedure and scope of analysis		
А.2 Аналіз для прямих труб			A.2 Analysis for straight pipes		
А.3 Аналіз вигинів			A.3 Analysis for bends		
Додаток В (довідковий)			Annex B [informative]		
Бібліографія до національних стандартів і вказівок з проектування			Bibliography to National Standards and design guides		
Додаток С (довідковий)			Annex C [informative]		
Бібліографія			Bibliography		
С.1 Загальна бібліографія по трубопроводах.			C.1 General bibliography on pipelines		
С.2 Бібліографія з геотехніки			C.2 Bibliography on geotechnical engineering		
Додаток НА (довідковий)			Annex NA (informative)		
Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних МС, посилання на які є в EN 1993-4-3:2007			Technical amendment		
Технічна поправка			Technical amendment		

ВСТУП

Цей європейський стандарт EN 1993-4-3:2007, "Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 4-3. Трубопроводи" був підготовлений технічним комітетом CEN/TC250 "Будівельні Єврокоди", секретаріатом якого керує BSI. CEN/TC250 відповідальний за всі конструктивні Єврокоди.

Цьому європейському стандарту буде наданий статус національного з публікацією ідентичного тексту або схваленням не пізніше серпня 2007 року і при скасуванні суперечливих національних стандартів не пізніше березня 2010 року.

Цей Єврокод замінює ENV 1993-4-3:1999.

У відповідності з внутрішніми постановами CEN/CENELEC національні органи зі стандартизації таких країн зобов'язані прийняти цей Європейський стандарт: Австрія, Бельгія, Болгарія, Великобританія, Греція, Данія, Естонія, Ісландія, Іспанія, Ірландія, Італія, Кіпр, Латвія, Литва, Люксембург, Мальта, Нідерланди, Німеччина, Норвегія, Польща, Португалія, Румунія, Словаччина, Словенія, Угорщина, Фінляндія, Франція, Чеська Республіка, Швеція та Швейцарія.

FOREWORD

This European Standard EN 1993-4-3, "Eurocode 3: Design of steel structures – Part 4.3: Pipelines", 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 August 2007, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by March 2010.

This document supersedes ENV 1993-4-3:1999.

According to the CEN – CENELEC Internal Regulations, the National Standard Organizations of the following countries are bound to implement this European Standard : Austria, Belgium, Bulgaria, 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.

ОСНОВИ ПРОГРАМИ ЄВРОКОДІВ

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 створення системи узгоджених технічних правил для проектування будівельних робіт, які на першій стадії мали слугувати альтернативою чинним національним правилам держав-членів, а зрештою мали замінити їх.

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

У 1989 році Комісія та держави-члени ЕУ (Європейської спільноти) та ЕФТА (Європейської асоціації вільної торгівлі) на основі угоди¹ між Комісією та CEN (Європейським комітетом зі стандартизації) вирішили передати підготовку та публікацію Єврокодів CEN за допомогою серії мандатів, що в результаті надало б Єврокодам у майбутньому статусу Європейського стандарту (EN).

¹ Угода між Комісією європейської спільноти і Європейським комітетом стандартизації (CEN) щодо роботи над Єврокодами для проектування будівель і споруд та цивільного будівництва (BC/CEN/03/89).

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 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).

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

Це пов'язує Єврокоди з положеннями директив Ради і рішень Комісії щодо Європейських стандартів (тобто директиви Ради 89/106/ЕЕС щодо будівельних виробів – CPD – та директив Ради 93/37/ЕЕС, 92/50/ЕЕС та 89/440/ЕЕС відносно громадських робіт та послуг відповідно до директив ЕФТА, започаткованих з метою створення 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 стале-залізобетонних 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 держав-членів та захищають їх право на призначення показників відносно правил техніки безпеки на національному рівні там, де вони відрізняються у різних країнах.

СТАТУС ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЄВРОКОДІВ

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

- як засіб забезпечення відповідності будівель і споруд основним вимогам директиви Ради 89/106/ЕЕС, зокрема основній вимозі №1 – Механічний опір та стійкість і основній вимозі №2 – Пожежна безпека;

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:

EN1990 Eurocode 0: Basis of structural design

EN1991 Eurocode 1: Actions on structures

EN1992 Eurocode 2: Design of concrete structures

EN1993 Eurocode 3: Design of steel structures

EN1994 Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures

EN1995 Eurocode 5: Design of timber structures

EN1996 Eurocode 6: Design of masonry structures

EN1997 Eurocode 7: Geotechnical design

EN1998 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance

EN1999 Eurocode 9: Design of aluminium structures

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

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 №1 – Mechanical resistance and stability – and Essential Requirement №2 – Safety in case of fire;

- як основа для укладання контрактів для будівель і споруд та пов'язаних з ними інженерних послуг;
- як основа для розроблення узгоджених технічних умов для будівельних виробів (ENs та ETAs).

Єврокоди, оскільки вони безпосередньо відносяться до будівельних робіт, 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 комітетами CEN та/чи робочими групами EOTA, які розробляють стандарти на будівельні вироби, з позицій досягнення повної відповідності з технічними умовами Єврокодів.

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.

- 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 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.

2 Відповідно до ст. 3.3 документа CPD основні вимоги (ER) отримують конкретну форму у тлумачних документах для створення необхідних зв'язків між основними вимогами та мандатами для гармонізованих стандартів EN та ETAG/ETA.

3 Відповідно 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 тощо;

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

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

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

a) give concrete form to the essential requirements by harmonising the terminology and the technical bases and indicating classes or levels for each requirement where necessary;

b) indicate methods of correlating these classes or levels of requirement with the technical specifications, e.g. methods of calculation and of proof, technical rules for project design, etc.;

c) serve as a reference for the establishment of harmonised standards and guidelines for European technical approvals.

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 аркуш та Національна передмова, а також можуть супроводжуватися Національним додатком.

Національний додаток 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 і виконанні інженерних робіт цивільного призначення у конкретній країні, а саме:

- значення і/або класифікація випадків, для яких наведено альтернативи у Єврокодi;
- значення, які слід використовувати там, де в Єврокодi наведено тільки позначку;
- специфічні дані, характерні для країни (географічні, кліматичні тощо), наприклад, снігового районування;
- конкретні методики для тих випадків, коли Єврокод регламентує використання альтернатив;
- визначення щодо застосування інформаційних додатків;
- посилання на додаткову інформацію, яка не суперечить нормативним вимогам і допомагає при користуванні Єврокодами.

ЗВ'ЯЗКИ МІЖ ЄВРОКОДАМИ ТА ГАРМОНІЗОВАНИМИ ТЕХНІЧНИМИ УМОВАМИ (ENs та ETAs) ДЛЯ ВИРОБІВ

Необхідна узгодженість між гармонізованими технічними умовами для будівельних робіт та технічними умовами для будівель і споруд⁴.

ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ ЩОДО EN 1993-4-3

EN 1993-4-3 встановлює правила проектування для конструкцій підземних трубопроводів, зокрема для оцінки міцності, жорсткості та піддатливості деформації.

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

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.

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

- values and/or classes where alternatives are given in the Eurocode
- values to be used where a symbol only is given in the Eurocode
- country specific data (geographical, climatic, etc), e.g. snow map
- the procedure to be used where alternative procedures are given in the Eurocode
- decisions on the application of informative annexes
- references to non – contradictory complementary information to assist the user to apply the Eurocode.

LINKS BETWEEN EUROCODES AND HARMONISED TECHNICAL SPECIFICATIONS (ENs and ETAs)

There is a need for consistency between the harmonised technical specifications for construction products and the technical rules for works⁴.

ADDITIONAL INFORMATION SPECIFIC TO EN 1993-4-3

EN 1993-4-3 gives design rules for the structural design of buried pipelines, in particular for the evaluation of the strength, stiffness and deformation capacity.

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

Правила для місцевої втрати стійкості в цій частині EN 1993-4-3 відповідають іншим стандартам для трубопроводів. Розрахункові критичні значення кривизни відповідно до EN 1993-4-3 більше ніж ті, що можуть бути враховані в EN 1993-1-6.

Основна причина цієї різниці в тому, що напруження в підземних трубопроводах, в основному, створюється деформацією та наслідки місцевої втрати стійкості є менш серйозними, ніж в конструкціях, де напруження, в основному, створюється навантаженням.

Визнано, що існує багато стандартів для проектування трубопроводів, що охоплюють багато різних аспектів. Прикладами є прокладання траси, системи безпеки тиску, захист від корозії, будівництво та зварювання, технічне обслуговування та експлуатація. Для аспектів, відмінних від проектування конструкції самого трубопроводу, посилаються на відповідні Європейські стандарти, що перераховані в п. 1.2. Це також стосується і елементів, таких як клапани, арматурні деталі, ізоляційні муфти, трійники і ковпачки.

Оскільки в EN 1991 досі не існує правил для дій (навантажень) на трубопроводи, робляться посилання на відповідні стандарти EN для трубопроводів, наприклад, EN 1594 для магістральних газопроводів та EN 14161 для систем транспортування для нафтової і газової промисловості.

НАЦІОНАЛЬНИЙ ДОДАТОК ДО EN 1993-4-3

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 1993-6, повинен мати національний додаток, який включав би усі національно визначені параметри, які використовуються при проектуванні будівель та цивільних споруд, що будуть побудовані у відповідній країні.

Національний вибір дозволений у EN 1993-6 у підрозділах:

2.3 (2)

3.2 (2)P (3) (4)

3.3 (2), (3), (4)

The rules for local buckling in this part EN 1993-4-3 are in line with those in other pipeline standards. The design critical curvatures according to EN 1993-4-3 are larger than those that could be deduced from EN 1993-1-6.

The main reasons are that the loading in buried pipelines is mainly deformation controlled and the consequences of local buckling are less severe than in structures where the loading is mainly load controlled.

It is recognized that many standards exist for the design of pipelines covering many different aspects. Examples are routing, pressure safety systems, corrosion protection, construction and welding, operation and maintenance. For aspects other than the structural design of the pipeline itself, reference is made to the relevant European standards listed in 1.3. This is also the case for elements like valves, fittings, insulating couplings, tees and caps.

Because up till now in EN 1991, no rules exist for actions (loads) on pipelines, reference is made to relevant EN standards on pipelines e.g. EN 1594 on gas transmission pipelines and EN 14161 on pipeline transportation systems for the petroleum and natural gas industries.

NATIONAL ANNEX FOR EN 1993-4-3

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 1993-4-3 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.

National choice is allowed in EN 1993-4-3 through paragraphs:

2.3 (2)

3.2 (2)P (3) (4)

3.3 (2), (3), (4)

3.4 (3)

4.2 (1)P

5.1.1 (2), (3), (4), (5), (6), (9), (10), (11), (12), (13)

5.2.3 (2)

5.2.4 (1)

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Сфера застосування

(1) Дана частина 4-3 EN 1993 встановлює принципи і правила застосування для проектування конструкцій циліндричних сталевих трубопроводів для транспортування рідин або газів, або сумішей рідин і газів за температури навколишнього середовища, що не розглядаються іншими Європейськими стандартами, які встановлюють особливі способи використання.

(2) Для цих цілей використовують стандарти, що розглядають особливі способи застосування трубопроводів, а саме:

- EN 805:2000 для систем водопостачання (питна вода);
- EN 1295:1997 для підземних трубопроводів за різних умов навантаження (стічні води);
- EN 1594:2000 для систем газопостачання при робочому тиску понад 16 бар;
- EN 12007:2000 для систем газопостачання до 16 бар включно;
- EN 12732:2000 для зварювання;
- EN 13941:2003 для систем трубопроводів із заздалегідь нанесеною ізоляцією для районного теплопостачання;
- EN 13480:2002 для промислових трубопроводів;
- EN 14161:2004 для трубопровідних транспортних систем для нафтової та газової промисловості.

(3) Правила, що пов'язані з особливими вимогами проектування сейсмостійких конструкцій, наведені в EN 1998-4 (Єврокод 8. Частина 4 "Проектування сейсмостійких конструкцій. Бункери, резервуари і трубопроводи"), який доповнює правила Єврокоду 3 спеціально для цієї мети.

(4) Цей стандарт обмежений підземними трубопроводами, що відповідають галузі застосування Єврокоду 8, частина 4 для трубопроводів. Зокрема він призначений для використання для:

3.4 (3)

4.2 (1)P

5.1.1 (2), (3), (4), (5), (6), (9), (10), (11), (12), (13)

5.2.3 (2)

5.2.4 (1)

1 GENERAL

1.1 Scope

(1) This Part 4-3 of EN 1993 provides principles and application rules for the structural design of cylindrical steel pipelines for the transport of liquids or gases or mixtures of liquids and gases at ambient temperatures, which are not treated by other European standards covering particular applications.

(2) Standards dealing with specific pipeline applications should be used for these purposes, notably:

- EN 805:2000 for water supply systems (drinking water);
- EN 1295:1997 for buried pipelines under various conditions of loading (waste water);
- EN 1594:2000 for gas supply systems for operating pressures over 16 bar;
- EN 12007:2000 for gas supply systems up to and including 16 bar;
- EN 12732:2000 for welding;
- EN 13941:2003 for pre – insulated bonded pipe systems for district heating;
- EN 13480:2002 for industrial pipelines;
- EN 14161:2004 for pipeline transportation systems for the petroleum and natural gas industries.

(3) Rules related to special requirements of seismic design are provided in EN 1998-4 (Eurocode 8: Part 4 "Design of structures for earthquake resistance: Silos, tanks and pipelines"), which complements the rules of Eurocode 3 specifically for this purpose.

(4) This Standard is restricted to buried pipelines, corresponding to the scope of Eurocode 8 Part 4 for pipelines. It is specifically intended for use on:

- підземних трубопроводів в областях осідання і областях, де відсутнє осідання;
- підземних трубопроводів, що перетинають дамби, проїжджі дороги, залізничні колії і канали.

(5) Проектування трубопроводів включає багато різних аспектів. Прикладами є прокладання траси, системи безпеки тиску, захисту від корозії, будівництво та зварювання, технічне обслуговування та експлуатація. Для аспектів, відмінних від проектування конструкції самого трубопроводу, посиляються на відповідні європейські стандарти, що перераховані в 1.2. Це також стосується і елементів, таких як клапани, арматурні деталі, ізоляційні муфти, трійники і ковпачки.

(6) Трубопроводи зазвичай складаються з декількох взаємодіючих об'єктів, таких як насосні станції, центри управління, станції технічного обслуговування тощо, кожен з яких включає в себе різні види механічного та електричного обладнання. Оскільки ці об'єкти мають значний вплив на неперервне функціонування системи, то важливо приділити їм відповідну увагу в процесі проектування, спрямованому на задоволення загальних вимог до надійності. Проте, детальний розгляд цих об'єктів не входить в сферу застосування даного стандарту.

(7) Хоча в сферу застосування даного стандарту включені трубопроводи великого діаметра, аналогічні розрахункові критерії не слід використовувати для умовно схожих об'єктів, таких як залізничні тунелі та великі підземні газові резервуари.

(8) Положення, що містяться в цьому стандарті, не обов'язково є повними для особливих способів застосування. У цьому випадку приймають додаткові положення, що є характерними для цих способів застосування.

(9) Даний стандарт встановлює вимоги щодо властивостей матеріалу листів та зварних швів відносно міцності і пластичності. Для отримання детальних вказівок і вимог щодо матеріалів та зварювання посиляються на відповідні стандарти, що наведені в 1.2.

(10) Сфера застосування даного стандарту обмежена марками сталі із заданою мінімальною границею текучості, що не перевищує 700 Н/мм².

- Buried pipelines in settlement areas and in non – settlement areas;
- Buried pipelines crossing dykes, traffic roads and railways and canals.

(5) The design of pipelines involves many different aspects. Examples are routing, pressure safety systems, corrosion protection, construction and welding, operation and maintenance. For aspects other than the structural design of the pipeline itself, reference is made to the relevant European standards listed in 1.2. This is also the case for elements like valves, fittings, insulating couplings, tees and caps.

(6) Pipelines usually comprise several associated facilities such as pumping stations, operation centres, maintenance stations, etc., each of them housing different sorts of mechanical and electrical equipment. Since these facilities have a considerable influence on the continued operation of the system, it is necessary to give them adequate consideration in the design process aimed at satisfying the overall reliability requirements. However, explicit treatment of these facilities, is not included within the scope of this Standard.

(7) Although large diameter pipelines are within the scope of this Standard, the corresponding design criteria should not be used for apparently similar facilities like railway tunnels and large underground gas reservoirs.

(8) The provisions in this Standard are not necessarily complete for particular applications. Where this is the case, additional provisions specific to those applications should be adopted.

(9) This Standard specifies the requirements regarding material properties of plates and welds in terms of strength and ductility. For detailed guidelines and requirements about materials and welding, reference should be made to the relevant standards listed in 1.2.

(10) The scope of this Standard is limited to steel grades with a specified minimum yield strength not exceeding 700 N/mm².

1.2 Нормативні посилання

(1) Даний європейський стандарт містить датовані чи недатовані посилання з положеннями інших стандартів. Ці нормативні посилання наведені у відповідних місцях тексту та внесені до списку публікацій. Для датованих посилань наступні поправки або зміни в будь-яких з цих публікацій приймаються цим європейським стандартом тільки у разі, коли ці поправки або зміни зареєстровані. Для недатованих посилань застосовується остання редакція публікації.

EN 805 Водопостачання. Вимоги до систем і компонентів назовні будівель;

EN 1011 Рекомендації для дугового зварювання сталі;

EN 1090-2 Виконання сталевих та алюмінієвих конструкцій. Частина 2. Технічні вимоги до сталевих конструкцій;

EN 1295 Проектування конструкцій підземних трубопроводів за різних умов навантаження (стічні води); Частина 1: Загальні вимоги;

EN 1594 Системи газопостачання. Трубопроводи. Максимальний робочий тиск понад 16 бар, функціональні вимоги;

EN 1990 Основи проектування конструкцій;

EN 1991 Дії на конструкції;

EN 1993 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій;

Частина 1.1. Загальні правила і правила для будівель та споруд;

Частина 1.3. Додаткові правила для холодноформованих елементів і профільованих листів;

Частина 1.6. Міцність та стійкість оболонкових конструкцій;

Частина 1.7. Пластинчасті конструкції, навантажені з площини;

Частина 1.8. Проектування вузлів;

Частина 1.9. Втома;

Частина 1.10. В'язкість матеріалу та його властивості у напрямі товщини;

Частина 1.12. Додаткові правила до EN 1993 для сталей класів не вище S700;

Частина 4.1. Силоси;

Частина 4.2. Резервуари;

EN 1997 Єврокод 7. Геотехнічне проектування;

1.2 Normative references

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

EN 805 Water supply – Requirements for systems and components outside buildings;

EN 1011 Recommendations for arc welding of steels;

EN 1090-2 Execution of steel structures and aluminium structures – Technical requirements for steel structures;

EN 1295 Structural design of buried pipelines under various conditions of loading (waste water); Part 1: General requirements;

EN 1594 Gas supply systems: Pipelines – Maximum Operating Pressure over 16 bar, Functional requirements;

EN 1990 Basis of structural design;

EN 1991 Actions on structures;

EN 1993 Eurocode 3: Design of steel structures;

Part 1.1: General rules and rules for buildings;

Part 1.3: Supplementary rules for cold formed members and sheeting;

Part 1.6: Strength and stability of shell structures;

Part 1.7: Strength and stability of planar plated structures transversely loaded;

Part 1.8: Design of joints;

Part 1.9: Fatigue;

Part 1.10: Material toughness and through – thickness properties;

Part 1.12: Additional rules for the extension of EN 1993 up to steel grades S 700;

Part 4.1: Silos;

Part 4.2: Tanks;

EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical design;

EN 1998 Єврокод 8: Проектні положення для сейсмостійких конструкцій;

Частина 4. Силоси, резервуари і трубопроводи;

EN 10208 Сталеві труби для трубопроводів для горючих рідин (1993);

Частина 1. Труби вимог класу А;

Частина 2. Труби вимог класу В;

EN 12007 Системи газопостачання. Трубопроводи, розраховані на максимальний робочий тиск до 16 бар включно;

Частина 1. Загальні функціональні рекомендації;

Частина 2. Спеціальні функціональні рекомендації для поліетилену;

Частина 3. Спеціальні функціональні рекомендації для сталі;

EN 12732 Системи газопостачання. Зварні сталеві трубопроводи. Функціональні вимоги;

EN 13445 Серії посудин, що працюють під тиском, без вогневого підведення теплоти;

EN 13480 Серії промислових металевих трубопроводів;

EN 13941 Проектування, розрахунок і монтаж трубопроводів із задалегідь нанесеною ізоляцією для районного теплопостачання;

EN 14161 Нафтова і газова промисловість. Трубопровідні транспортні системи;

ISO 1000 Одиниці системи СІ;

ISO 3183 Нафтова і газова промисловість. Сталеві труби для трубопроводів. Технічні умови постачання (1996);

Частина 1. Труби вимог класу А;

Частина 2. Труби вимог класу В;

Частина 3. Труби вимог класу С;

EN 14870 Частина 1, 2, 3. Індукційні коліна, фітинги та фланці для трубопровідних транспортних систем;

ISO 13623 Нафтова і газова промисловість. Трубопровідні транспортні системи;

ISO 13847 Зварні сталеві трубопроводи (2000);

Частина 1. Зварювання при монтажі;

Частина 2. Заводське зварювання.

Примітка 1. EN 1295 призначений для каналізаційної системи і водопостачання: він розглядає головним чином принципи, а формули представлені тільки в додатку.

EN 1998 Eurocode 8: Design provisions for earthquake resistance of structures;

Part 4: Silos, tanks and pipelines;

EN 10208 Steel pipes for pipelines for combustible fluids (1993);

Part 1: Pipes of requirement class A;

Part 2: Pipes of requirement class B;

EN 12007 Gas supply systems – Pipelines for maximum operating pressure up to and including 16 bar.

Part 1: General functional recommendations;

Part 2: Specific functional recommendations for polyethylene;

Part 3: Specific functional recommendations for steel.

EN 12732 Gas supply systems – Welding steel pipe work – functional requirements;

EN 13445 Unfired pressure vessels series

EN 13480 Metallic industrial piping series

EN 13941 Design, calculation and installation of pre – insulated bonded pipes for district heating;

EN 14161 Petroleum and natural gas industries – Pipeline transportation systems;

ISO 1000 SI Units;

ISO 3183 Petroleum and natural gas industries; Steel pipe for pipelines; Technical delivery conditions (1996);

Part 1: Pipes of requirement class A;

Part 2: Pipes of requirements class B;

Part 3: Pipes of requirement class C;

EN 14870 Parts 1,2,3 Induction bends, fittings and flanges for pipeline transportation systems

ISO 13623 Petroleum and natural gas industries; Pipeline transportation systems;

ISO 13847 Welding steel pipeline (2000);

Part 1: Field welding;

Part 2: Shop welding;

NOTE 1: EN 1295 is intended for sanitation, and water supply: it is chiefly concerned with principles and equations are presented only in an annex.

Примітка 2. EN 1594 застосовують до нових трубопроводів з максимальним робочим тиском (МРД), що перевищує 16 бар, для перенесення очищеного нетоксичного і некорозійного природного газу відповідно до ISO/DIS 13686 в наземних системах газопостачання. Він підготовлений Робочою групою 3 (WG 3) Передача газу CEN/TC 234 Газопостачання.

Примітка 3. Для отримання більшої кількості посилань з газопостачання, передачі газу, зберігання газу тощо, див. EN 1594.

Примітка 4. EN 12007 був також підготовлений CEN/TC 234.

Примітка 5. EN 13941 призначений для районного тепlopостачання і підготовлений об'єднаною Робочою групою CEN/TC 107 і CEN/TC 267.

Примітка 6. Стандарт ISO 13623 підготовлений SC2 "Трубопровідний транспорт для нафтової і газової промисловості", ISO/TC 67 "Матеріали, устаткування і морські гідроспоруди для нафтової і газової промисловості".

1.3 Припущення

(1) Застосовують загальні припущення EN 1990.

1.4 Відмінність між принципами та правилами використання

(1) Посилаються на 1.4 в EN 1993-1-1.

1.5 Терміни та визначення понять

(1) У даній частині 4-3 EN 1993 використовують терміни, що визначені в EN 1991-1 для загального використання в Єврокодах конструкцій.

(2) Якщо не зазначено іншого, визначення, що встановлені в ISO 9830, також використовують в даній частині 4-3.

(3) На додаток до частини 1 EN 1993 в даній частині 4-3 використовують наступні визначення:

1.5.1 тиск

Надлишковий тиск газу або рідини усередині системи, що вимірюється в статичних умовах

1.5.2 розрахунковий тиск (DP)

Тиск, на якому базуються проектні розрахунки

1.5.3 робочий тиск (OP)

Тиск, що виникає в системі за нормальних робочих умов

1.5.4 максимальний робочий тиск (MOP)

Максимальний тиск, при якому система може безперервно функціонувати за нормальних умов

NOTE 2: EN 1594 is applicable to new pipelines with a maximum operating pressure (MOP) greater than 16 bar for the carriage of processed, non – toxic and non – corrosive natural gas according to ISO/DIS 13686 in on land gas supply systems. It is prepared by WG 3 Gas Transmission of CEN/TC 234 Gas Supply.

NOTE 3: For more references on gas supply, gas transmission, gas storage, etc., see EN 1594.

NOTE 4: EN 12007 was also prepared by CEN/TC 234.

NOTE 5: EN 13941 is intended for district heating and was prepared by a joint WG of CEN/TC 107 and CEN/TC 267.

NOTE 6: Standard ISO 13623 is prepared by SC2 "Pipeline transportation for the Petroleum and Natural Gas industries", of ISO/TC 67 "Materials, Equipment and Offshore Structures for Petroleum and Natural Gas Industries".

1.3 Assumptions

(1) The general assumptions of EN 1990 apply.

1.4 Distinction between principles and application rules

(1) Reference is made to 1.4 of EN 1993-1-1.

1.5 Definitions

(1) The terms that are defined in EN 1991-1 for common use in the Structural Eurocodes apply to this Part 4-3 of EN 1993.

(2) Unless otherwise stated, the definitions given in ISO 9830 also apply to this Part 4-3.

(3) Supplementary to Part 1 of EN 1993, for the purposes of this Part 4-3, the following definitions apply:

1.5.1 pressure:

The gauge pressure of the gas or fluid inside the system, measured in static conditions.

1.5.2 design pressure (DP):

The pressure on which the design calculations are based.

1.5.3 operating pressure (OP):

The pressure, which occurs within a system under normal operating conditions.

1.5.4 maximum operating pressure (MOP):

The maximum pressure at which a system can be operated continuously under normal conditions.

Примітка. Нормальними умовами є: відсутність відмов у будь-якому з пристроїв або у потоці.

1.5.5 розрахункова температура (DT)

Температура, на якій базуються проектні розрахунки

1.5.6 робоча температура (OT)

Температура, що виникає в системі за нормальних робочих умов

1.6 Одиниці системи СІ

(1) Р Одиниці системи СІ використовують відповідно до Міжнародного стандарту ISO 1000.

(2) Для розрахунків рекомендовані наступні узгоджені одиниці:

- розміри і товщина: м, мм
- питома вага: kN/m^3 , N/mm^3
- сили і навантаження: кН, Н
- лінійні сили та навантаження: кН/м, Н/мм
- тиск і дії, що розподілені по площі: кПа, МПа
- одинична маса: kg/m^3 , kg/mm^3
- прискорення: km/s^2 , m/s^2
- результуючі мембранні напруження: кН/м, Н/мм
- результуючі згинальні напруження: кНм/м, Нмм/мм
- напруження і модулі пружності: кПа, МПа ($=\text{N/mm}^2$)

(4) Коефіцієнти перетворення:

$$1 \text{ мбар} = 100 \text{ Н/м}^2 = 0.1 \text{ кПа}$$

1.7 Позначки

Використовують позначки EN 1990 та EN 1993-1. Додаткові позначки представлені наступним чином.

1.7.1 Великі букви латинського алфавіту

У даному стандарті використовують наступні позначки:

- A* площа поперечного перерізу труби;
- C* кривизна внаслідок згину;
- D_e зовнішній діаметр;
- D* діаметр по середній лінії стінки труби;
- E* модуль пружності;
- F* нормальна сила в трубі в поздовжньому напрямі;
- M* згинальний момент в трубопроводі, що представлений у вигляді балки;
- M_p пластичний момент;

NOTE: Normal conditions are: no fault in any device or stream.

1.5.5 design temperature (DT):

The temperature on which the design calculations are based.

1.5.6 operating temperature (OT):

The temperature, which occurs within a system under normal operating conditions.

1.6 S.I. units

(1) P S.I. units shall be used in accordance with International Standard ISO 1000.

(2) For calculations, the following consistent units are recommended:

- dimensions and thicknesses: m mm
- unit weight: kN/m^3 N/mm^3
- forces and loads: kN N
- line forces and line loads: kN/m N/mm
- pressures and area distributed actions: kPa MPa
- unit mass: kg/m^3 kg/mm^3
- acceleration: km/s^2 m/s^2
- membrane stress resultants: kN/m N/mm
- bending stress resultants: kNm/m Nmm/mm
- stresses and elastic moduli: kPa MPa ($=\text{N/mm}^2$)

(4) Conversion factors

$$1 \text{ mbar} = 100 \text{ N/m}^2 = 0.1 \text{ kPa}$$

1.7 Symbols

The symbols in EN 1990 and EN 1993-1 apply. Further symbols are given as follows:

1.7.1 Roman upper case letters

For the purposes of this Standard, the following symbols apply:

- A* cross – sectional area of a pipe
- C* curvature due to bending
- D_e external diameter
- D* diameter of the mid – line of pipe wall
- E* modulus of elasticity
- F* normal force in the pipe in longitudinal direction
- M* bending moment in the pipeline conceived as a beam
- M_p plastic moment

M_t крутильний момент;
 N нефективна нормальна сила в трубопроводі;
 V перерізуюча сила в поперечному перерізі;
 Q тиск ґрунту;
 Q_d тиск ґрунту, що передається безпосередньо;
 Q_i тиск ґрунту, що непрямо передається (реакція опори);
 Q_{eq} еквівалентний тиск ґрунту для перетворення Q_i у величину Q_d , яка дає такі ж середні моменти стінки з обшивкою в кільцевому напрямі, як і Q_i ;
 R радіус згину без напруження.

1.7.2 Малі букви латинського алфавіту

a коефіцієнт втрати круглої форми перерізу;
 $f_{y,d}$ розрахункове значення границі текучості;
 $f_{y,nom}$ номінальне значення границі текучості;
 $f_{u,nom}$ номінальне значення границі міцності на розтяг;
 $f_{y,min}$ визначена мінімальна границя текучості;
 $f_{y,max}$ максимальне значення границі текучості;
 $f_{u,min}$ визначене мінімальне значення границі міцності на розтяг;
 $f_{u,max}$ максимальне значення границі міцності на розтяг;
 m момент стінки з обшивкою на одиницю ширини;
 m_e момент стінки з обшивкою на одиницю ширини у кінці пружної області;
 m_p повний пластичний момент стінки з обшивкою на одиницю ширини;
 m_x, m_y момент стінки з обшивкою на одиницю ширини в поздовжньому та кільцевому напрямі відповідно;
 n нормальна сила стінки з обшивкою на одиницю ширини;
 n_p пластична нормальна сила стінки з обшивкою на одиницю ширини;
 n_x, n_y нормальна сила стінки з обшивкою на одиницю ширини в поздовжньому та кільцевому напрямі відповідно;
 p_i внутрішній тиск в трубопроводі (позитивний назовні);
 p_e зовнішній тиск на трубопровід (негативний, якщо спрямований всередину);
 p робочий тиск $p = p_i - p_e$;

M_t torsional moment
 N effective normal force in a pipeline
 V shear force in the cross – section
 Q earth pressure
 Q_d directly transmitted earth pressure
 Q_i indirectly transmitted earth pressure (support reaction)
 Q_{eq} equivalent earth pressure to transform Q_i to a quantity Q_d that gives the same average shell wall moments in the circumferential direction as Q_i .

R radius of unstressed bend

1.7.2 Roman lower case letters

a ovalisation parameter
 $f_{y,d}$ design value of yield strength
 $f_{y,nom}$ nominal value of yield strength
 $f_{u,nom}$ nominal value of ultimate tensile strength
 $f_{y,min}$ specified minimum yield strength
 $f_{y,max}$ maximum value of the yield strength
 $f_{u,min}$ specified minimum value for the ultimate tensile strength
 $f_{u,max}$ maximum value of the ultimate tensile strength
 m shell wall moment per unit width
 m_e shell wall moment per unit width at the end of the elastic region
 m_p full plastic moment per unit width of shell wall
 m_x, m_y shell wall moment per unit width in longitudinal and circumferential direction respectively
 n shell wall normal force per unit width
 n_p plastic normal force per unit width of shell wall
 n_x, n_y normal force per unit width of shell wall in longitudinal and circumferential direction respectively
 p_i internal pressure in the pipeline (positive outward)
 p_e external pressure on the pipeline (negative when acting inward)
 p effective pressure: $p = p_i - p_e$;

r радіус труби: $r = D/2$;

t товщина стінки труби;

t_{\min} визначена мінімальна товщина стінки (номінальна товщина стінки мінус встановлене допустиме відхилення);

t_r, t_b товщина стінки труби в прямій та зігнутій трубі відповідно.

1.7.3 Букви грецького алфавіту

$\alpha\beta\gamma$ кут навантаження та пеленг для Q_d і Q_i і Q_{eq} відповідно;

ν коефіцієнт Пуассона;

γ_F частковий коефіцієнт дій;

γ_M частковий коефіцієнт міцності матеріалу;

θ окружна координата навколо обшивки;

σ нормальне напруження;

τ напруження при зсуві.

1.8 Термінологія

На додаток до частини 1 EN 1993 (і частини 4 EN 1991) в даній частині 4-3 застосовують наступні терміни :

1.8.1 аварійна ситуація

Ситуація, яка може вплинути на безпечну експлуатацію системи трубопроводу і/або безпеку навколишнього середовища, що вимагає прийняття термінових заходів

1.8.2 подія

Непередбачений випадок, який може привести до аварійної ситуації. Це включає витік вмісту

1.8.3 контроль

Процес вимірювання, дослідження, випробування, калібрування або іншого визначення стану елементів системи трубопроводу, або монтажу і порівняння його з вимогами, що застосовуються

1.8.4 температура монтажу

Температура, що виникає від умов навколишнього середовища або монтажу в процесі укладання, або в процесі будівництва

1.8.5 технічне обслуговування

Поєднання усіх технічних і пов'язаних з ними адміністративних дій, призначених для підтримки або відновлення стану елемента, в якому він може здійснювати необхідні функції

r radius of a pipe: $r = D/2$;

t pipe wall thickness

t_{\min} specified minimum wall thickness (nominal wall thickness minus the specified tolerance)

t_r, t_b pipe wall thickness in the straight pipe and the bend respectively

1.7.3 Greek letters

$\alpha\beta\gamma$ loading angle and bearing angle for Q_d and for Q_i and Q_{eq} respectively

ν Poisson's ratio

γ_F partial factor for actions

γ_M partial factor for material strength

θ circumferential coordinate around shell

σ direct stress

τ shear stress

1.8 Terminology

Supplementary to Part 1 of EN 1993 (and Part 4 of EN 1991), for the purposes of this Part 4.3, the following terminology applies:

1.8.1 emergency:

A situation which could affect the safe operation of the pipeline system and/or the safety of the surrounding area, requiring urgent action.

1.8.2 incident:

An unexpected occurrence, which could lead to an emergency situation. This includes a leakage of contents.

1.8.3 inspection:

The process of measuring, examining, testing, gauging or otherwise determining the status of items of the pipeline system or installation and comparing it with the applicable requirements.

1.8.4 installation temperature:

The temperature arising from ambient or installation conditions during laying or during construction.

1.8.5 maintenance:

The combination of all technical and associated administrative actions intended to keep an item in, or restore it to, a state in which it can perform its required function.

1.8.6 скребок

Пристрій, що проводиться через трубопровід потоком рідини для здійснення різних внутрішніх функцій (в залежності від типу скребка), таких як розподіл рідин, очищення або дослідження трубопроводу

1.8.7 трубопровід

Система мережі трубопроводу з устаткуванням, що відноситься до неї, і станціями до місця доставки. Ця мережа трубопроводу знаходиться, головним чином, в землі, але також включає наземні частини

1.8.8 компоненти трубопроводу

Елементи, з яких складається трубопровід. Наступні елементи є окремими елементами трубопроводу:

- труба (включаючи вигини холодного формування);
- фітинги (перехідні з'єднання, трійники, коліна і вигини заводського виготовлення, фланці, ковпачки, зварні патрубки, механічні з'єднання тощо);
- конструкції, виготовлені з елементів, згаданих вище (обв'язування, пастки для конденсату, облаштування запуску скребка/приймаючі станції, вимірювальні і контролювальні пристрої тощо);
- допоміжні частини (засувки, компенсатори теплового розширення, ізоляційні з'єднання, регулятори тиску, насоси, компресори тощо);
- посудини високого тиску.

1.8.9 оператор трубопроводу

Приватна або громадська організація, уповноважена на проектування споруди і/або експлуатацію і технічне обслуговування системи постачання.

1.8.10 мережа трубопроводу

Сукупність труб і фітингів.

1.8.11 система регулювання тиску

Комбінована система, що включає системи регулювання тиску, запобіжні системи і, де це доцільно, системи реєстрації тиску і аварійну сигналізацію.

1.8.6 pig:

A device which is driven through a pipeline by the flow of fluid, for performing various internal activities (depending on pig type), such as separating fluids, cleaning or inspecting the pipeline.

1.8.7 pipeline:

A system of pipework with all associated equipment and stations up to the point of delivery. This pipework is mainly below ground but includes also above ground parts.

1.8.8 pipeline components:

The elements from which the pipeline is constructed. The following are distinct pipeline elements:

- pipe (including cold – formed bends);
- fittings (reducers, tees, factory – made elbows and bends, flanges, caps, welding stubs, mechanical joints etc.);
- constructions, manufactured from the elements referred to above (manifolds, slug catchers, pig launching/receiving stations, metering and control runs etc.);
- ancillaries (valves, expansion joints, insulation joints, pressure regulators, pumps, compressors etc.);
- pressure vessels.

1.8.9 pipeline operator:

The private or public organization authorized to design, construct and/or operate and maintain the supply system.

1.8.10 pipework:

An assembly of pipes and fittings

1.8.11 pressure control system:

A combined system including pressure regulating, pressure safety and, where applicable, pressure recording and alarm systems.

2 ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ

2.1 Загальні положення

(1)P Проектування трубопроводів повинне відповідати положенням, встановленим в EN 1990 і EN 1991-1.

(2) Дії приймаються з EN 1991 і EN 1997 (Геотехнічне проектування). Оскільки EN 1991 і EN 1997 не розглядають усі дії, що застосовуються до водопроводів, то за необхідності дії також беруть з відповідних стандартів, на які наведене посилання.

2.2 Основні вимоги до трубопроводів

Примітка. Внаслідок їх важливості для трубопроводів тут наведені наступні вимоги EN 1991-1.

(1)P Трубопровід має бути спроектований і споруджений таким чином, що:

- з прийнятною вірогідністю він залишатиметься придатним для використання, для якого він призначений, приділяючи відповідну увагу передбачуваному строку служби і вартості;
- з відповідною мірою надійності він протистоятиме усім діям й іншим впливам, які можуть виникнути в процесі виготовлення і використання, і буде мати достатню стійкість відносно експлуатаційних витрат;
- не відбуватиметься його ушкодження такими явищами, як вибухи, вплив або наслідки помилок, пов'язаних з людським чинником, до міри, неспівмірної з початковою причиною.

(2)P Потенційне ушкодження трубопроводів обмежують або виключають, вибираючи одне або декілька з наступного:

- виключення, усунення або зменшення чинників ризику, які повинна витримати конструкція;
- вибір форми конструкції, що має низьку чутливість до даних чинників ризику.

Примітка. Можливостями усунення ушкодження (наприклад, екскаваторами або землерийними машинами) є: збільшення товщини стінки, збільшення ґрунтового покриву, застосування облаштувань передачі сигналів на землі і застосування захисних бетонних плит.

(3)P Вище встановлені вимоги задовольняють за допомогою вибору відповідних матеріалів, відповідного проекту і деталювання, і

2 BASIS OF DESIGN

2.1 General

(1)P The design of pipelines shall be in accordance with the provisions in EN 1990 and EN 1991-1.

(2) Actions should be taken from EN 1991 and EN 1997 (Geotechnical design). Because EN 1991 and EN 1997 do not cover all actions that apply to pipelines, actions should also be taken from relevant reference standards, where appropriate.

2.2 Fundamental requirements for pipelines

NOTE: Because of their relevance for pipelines, the following requirements of EN 1991-1 are mentioned here.

(1)P The pipeline shall be designed and constructed in such a way that:

- With acceptable probability, it will remain fit for the use for which it is required, having due regard to its intended life and its cost;
- With appropriate degrees of reliability, it will sustain all actions and other influences likely to occur during the execution and use and have adequate durability in relation to maintenance costs;
- It will not be damaged by events like explosions, impact or consequences of human errors, to an extent disproportionate to the original cause.

(2)P The potential damage of pipelines shall be limited or avoided by appropriate choice of one or more of the following:

- Avoiding, eliminating or reducing the hazards which the structure is to sustain.
- Selecting a structural form that has low sensitivity to the hazards considered.

NOTE: Possibilities to avoid damage (e.g. by excavators and digging machines) are: increasing the wall thickness, increasing the soil cover, applying adequate signalling above ground, and applying concrete cover slabs.

(3)P The above requirements shall be met by the choice of suitable materials, by appropriate design and detailing and by specifying control

визначення процедур контролю для виготовлення, спорудження і використання, що відповідають певному трубопроводу.

2.3 Диференціація надійності

(1)P Для різних типів трубопроводів можна виділити різні рівні надійності в залежності від можливих економічних і соціальних наслідків їх виходу з ладу.

(2) Вибір мінімальної надійності має бути встановлений за узгодженням між проектувальником, замовником і відповідним органом влади.

Примітка. В Національному додатку може бути встановлений мінімальний рівень надійності для різних типів трубопроводів.

(3) Надійність можна виразити, виходячи з чинників для проектування і/або рівнів якості для виготовлення. Рекомендовані величини, встановлені в цьому стандарті, призначені для середніх вимог до безпеки.

Примітка. Диференціацію надійності див. в EN 1998-4. Подальші інструкції можна отримати з відповідних стандартів, наведених в 1.2.

2.4 Методи аналізу

(1)P Методи аналізу для проектування конструкцій трубопроводу в даному стандарті повинні відповідати граничному стану, що розглядається.

2.5 Граничні стани за несучою здатністю

(1)P Основними граничними станами за несучою здатністю вважають:

- розрив стінки трубопроводу;
- сплющення (сплющення поперечного перерізу);
- втрата статичної рівноваги або стійкості трубопроводу, або будь-якої з його опор;
- витік вмісту внаслідок причин, відмінних від розриву стінки труби (наприклад, внаслідок недостатньої герметичності з'єднань або внаслідок корозії, що призводить до неприйнятної загрози довкіллю або загрози безпеці).

(2)P Крім того, також необхідно перевірити інші значимі граничні стани відповідно до EN 1993.

Примітка. Прикладом іншого значимого граничного стану може бути ушкодження болта у разі фланцевих з'єднань.

procedures for production, construction and use, as relevant for the particular pipeline.

2.3 Reliability differentiation

(1) Different levels of reliability may be adopted for different types of pipelines, depending on their possible economic and social consequences of their collapse.

(2) The choice of minimum reliability should be agreed between the designer, the client and the relevant authority.

NOTE: The National Annex may provide the minimum level of reliability for different types of pipelines

(3) Reliability may be expressed in terms of factors for the design and/or quality levels for execution. The recommended values given in this Standard are intended for medium safety requirements.

NOTE: For reliability differentiation, see EN 1998-4. Further guidance can be obtained from relevant standards listed in 1.2.

2.4 Methods of analysis

(1)P The methods of analysis for the structural design of pipelines in this Standard shall be appropriate to the limit state being considered.

2.5 Ultimate limit states

(1)P The basic ultimate limit states shall be taken as:

- Rupture of the pipe wall;
- Collapse (flattening of the cross section);
- Loss of static equilibrium or stability of the pipeline or any of its supports;
- Leakage of the contents, due to other causes than rupture of the pipe wall (e.g., due to insufficient tightness in the connections, or due to corrosion, leading to unacceptable environmental or safety risks).

(2)P In addition other relevant limit states according to EN 1993 shall also be checked.

NOTE: An example of another relevant limit state may be bolt failure in case of flanged connections.

(3) Основні граничні стани за несучою здатністю можна перевірити шляхом здійснення оцінки наступних граничних станів.

- LS1: Розрив: граничний стан, за якого виникає розрив стінки труби при розтягуванні.
- LS2: Обмеження пластичної деформації: граничний стан, за якого перевищена гранична деформація при розтягуванні стінки труби (ця гранична деформація є не властивістю матеріалу, а межею, залежною від здатності до деформації стінки труби зі швами).
- LS3: Деформація: граничний стан для надмірної деформації. Вона може мати декілька форм (наприклад, надмірна втрата круглої форми перерізу, місцевий поздовжній вигин, сплющення або загальне пружне розтріскування трубопроводу).

Примітка. В цих ситуаціях деформації можуть бути надмірними і неконтрольованими, такими, що призводять до розриву стінки труби.

- LS4: Втома: граничний стан руйнування внаслідок декількох циклів навантаження.

Примітка. Циклічне навантаження можна розділити на два класи відповідно до досягнутого граничного стану: малоциклова втома і багатоциклова втома.

- LS5: Витік: граничний стан для витіку вмісту трубопроводу внаслідок причин, відмінних від розриву стінки труби (наприклад, внаслідок недостатньої герметичності з'єднань або внаслідок корозії, або діяльності третьої особи, якщо такий витік призводить до неприйнятних наслідків для безпеки або здоров'я людей і/або довкілля).

(4) При оцінці граничної деформації при розтягу відповідну увагу слід приділити:

- наявності дефектів в матеріалі труби (у основному матеріалі) і в з'єднаннях (зварних швах);
- відмінності механічних властивостей основного матеріалу і зони зварного шва.

2.6 Граничні стани експлуатаційної придатності

(1) Відповідними основними критеріями для граничних станів експлуатаційної придатності є:

LS6: Деформації, які чинять негативний вплив на ефективне використання трубопроводу: втрата круглої форми перерізу і прогин;

(3) The basic ultimate limit states can be verified by performing the following limit state assessments.

- LS1: Rupture: The limit state in which the tensile rupture of the pipe wall occurs.
- LS2: Plastic strain limitation: The limit state in which the limiting tensile strain for the pipe wall is exceeded (this limit strain is not a material property but a limitation dependent on the deformation capacity of the pipe wall with its welds).
- LS3: Deformation: The limit state for excessive deformation. This can take several forms (e.g. excessive ovality, local buckling, implosion or overall flexural buckling of the pipeline).

NOTE: In these situations the strains may become excessive and uncontrollable, possibly leading to rupture of the pipe wall.

- LS4: Fatigue: The limit state of fracture following many cycles of loading.

NOTE: Cyclic loading can be divided into two classes according to the limit state reached: low cycle fatigue and high cycle fatigue.

- LS5: Leakage: The limit state for leakage of the contents of the pipeline, due to causes other than rupture of the pipe wall (e.g. due to insufficient tightness in the connections, or due to corrosion, or third party activities, if such leakage leads to unacceptable consequences for the safety or health of persons and/or the environment).

(4) In evaluating the limiting tensile strain due consideration should be taken of:

- the presence of imperfections in the pipe material (parent material) and in the joints (welds);
- the different mechanical properties of the parent material and the weld zone.

2.6 Serviceability limit states

(1) The relevant basic criteria for the serviceability limit states should be taken as:

LS6: Deformations, which adversely affect the effective use of the pipeline: ovalisation and deflection.

LS7: Вібрації, які викликають незручності і чинять негативний вплив на опори або інші частини трубопроводу;

LS8: Витік вмісту, що не призводить до неприйнятної загрози довкіллю або безпеці.

3 ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

3.1 Загальні положення

(1)P Сталь, що використовується для трубопроводів, повинна мати механічні властивості, що відповідають вимогам, і бути придатною для зварювання.

(2) Даний стандарт встановлює вимоги до механічних властивостей плит і зварних швів тільки відносно механічних властивостей. Для отримання подальших і детальніших вказівок і вимог до матеріалів і зварювання посилаються на відповідні стандарти, наведені в 1.2.

(3) Номінальні значення властивостей матеріалу, встановлені в даному стандарті, приймають за характеристичні значення в розрахунках конструкції.

3.2 Механічні властивості трубопровідної сталі

(1)P За номінальну величину границі текучості $f_{y,nom}$ і границі міцності на розтяг $f_{u,nom}$ приймають встановлені мінімальні величини $f_{y,min}$ і $f_{u,min}$ у відповідному стандарті, наведеному в 1.2. За розрахункові значення границі текучості $f_{y,d}$ і $f_{u,d}$ границі міцності на розтяг приймають:

$$f_{y,d} = f_{y,nom} / \gamma_M , \quad (3.1)$$

$$f_{u,d} = f_{u,nom} / \gamma_M , \quad (3.2)$$

де: γ_M – частковий коефіцієнт безпеки.

Примітка. Частковий коефіцієнт γ_M встановлений в Національному додатку. Рекомендованою величиною є $\gamma_M = 1,00$.

(2)P Мають бути встановлені максимальні величини границі текучості $f_{y,max}$ і границі міцності на розтяг $f_{u,max}$, і вони не повинні перевищувати Δf більше ніж на задані мінімальні величини $f_{y,min}$ і $f_{u,min}$.

Примітка. Величина Δf для відмінності між цими величинами міцності може бути встановлена в Національному додатку. Рекомендованою величиною є $\Delta f = 50$ МПа.

LS7: Vibrations, which cause discomfort or adversely affect the supports or other parts of the pipeline.

LS8: Leakage of the contents, not leading to unacceptable environmental or safety risks.

3 PROPERTIES OF MATERIALS

3.1 General

(1)P Steels used for pipelines shall have adequate mechanical properties and be suitable for welding.

(2) This Standard specifies the requirements for the material properties of plates and welds in terms of mechanical properties only. For further and more detailed guidance and requirements about materials and welding, reference is made to relevant standards listed in 1.2.

(3) The nominal values of material properties given in this Standard should be adopted as characteristic values in design calculations.

3.2 Mechanical properties of pipeline steels

(1)P The nominal value of the yield strength $f_{y,nom}$ and of the ultimate tensile strength $f_{u,nom}$ shall be taken as the specified minimum values $f_{y,min}$ and $f_{u,min}$ in the relevant standard listed in 1.2. The design values for the yield strength $f_{y,d}$ and for the ultimate tensile strength $f_{u,d}$ shall be taken as:

Where γ_M is the partial safety factor.

NOTE: The partial factor γ_M is given in the National Annex. The value $\gamma_M = 1,00$ is recommended.

(2)P The maximum values of the yield strength $f_{y,max}$ and the ultimate tensile strength $f_{u,max}$ shall be specified and shall not be more than Δf higher than the specified minimum values of $f_{y,min}$ and $f_{u,min}$.

NOTE: The value Δf for the difference between these strength values may be determined in the National Annex. The value $\Delta f = 50$ MPa is recommended.

(3) Для забезпечення в'язкості, що відповідає вимогам, відношення границі міцності на розтяг до границі текучості сталі $f_{u,nom} / f_{y,nom}$ повинне складати не менше ніж $f_{u,min} / f_{y,min}$.

Примітка. Числова величина yy для відношення між цими величинами міцності може бути представлена в Національному додатку. Рекомендованою величиною є $f_{u,min} / f_{y,min} = 1,1$.

(4) Гранична деформація, заснована на подовженні при розриві на робочій довжині $5,65\sqrt{A_0}$, де A_0 – початкова площа поперечного перерізу, повинна складати не менше $\varepsilon_{u,min}$.

Примітка. Величина $\varepsilon_{u,min}$ для граничної деформації ε_u може бути встановлена в Національному додатку. Рекомендованою величиною є $\varepsilon_{u,min} = 20\%$.

(5) Р Матеріал повинен мати достатню ударну в'язкість, щоб уникнути крихкого зламу за найменшої робочої температури, яку очікують у межах передбачуваного строку служби конструкції. Посилаються на EN 1993, частина 1.10 і EN 1594.

3.3 Механічні властивості зварних швів

(1) Р Необхідно показати, що при виникненні деформації стінки труби пластична деформація виникає в матеріалі листа, а не в зоні зварного шва.

(2) Можна припустити, що вище встановлена вимога виконана, якщо номінальна величина границі текучості наплавленого металу зварного шва щонайменше на $x\%$ вище заданої максимальної границі текучості листа або матеріалу труби.

Примітка. Величина x може бути встановлена в Національному додатку. Рекомендованою величиною є $x = 15\%$.

(3) Пластичність наплавленого металу зварного шва, включаючи ефект допустимих розривів зварного шва, повинна бути такою, щоб зона зварного шва могла витримувати деформацію щонайменше $\varepsilon\%$.

Примітка. Величина деформації ε може бути встановлена в Національному додатку. Рекомендованою величиною є $\varepsilon = 2\%$.

(4) Границя міцності наплавленого металу зварного шва повинна бути щонайменше на $y\%$ вище заданої максимальної границі міцності листа або матеріалу труби.

(3) To ensure adequate ductility, the ratio of ultimate tensile strength to yield strength $f_{u,nom} / f_{y,nom}$ of the steel should not be less than $f_{u,min} / f_{y,min}$.

NOTE: The numerical value yy for the ratio between these strength values may be given in the National Annex. The value $f_{u,min} / f_{y,min} = 1,1$ is recommended.

(4) The ultimate strain ε_u based on the elongation at failure on a gauge length of $5,65\sqrt{A_0}$ where A_0 is the original cross – sectional area, should not be less than $\varepsilon_{u,min}$.

NOTE: The value of $\varepsilon_{u,min}$ for the ultimate strain ε_u may be given in the National Annex. The value $\varepsilon_{u,min} = 20\%$ is recommended.

(5) P The material shall have sufficient fracture toughness to avoid brittle fracture at the lowest service temperature expected to occur within the intended life of the structure. Reference is made to EN 1993 part 1.10 and EN 1594.

3.3 Mechanical properties of welds

(1) P It shall be demonstrated that if yielding of the pipe wall occurs, the plastic strains occur in the plate material and not in the weld zone.

(2) It may be assumed that the above requirement is fulfilled if the nominal value of the yield strength of the deposited weld metal is at least $x\%$ higher than the specified maximum yield strength of the plate or pipe material.

NOTE: The value x may be given in the National Annex. The value $x = 15\%$ is recommended.

(3) The ductility of the deposited weld metal including the effect of allowed weld discontinuities should be such that the weld zone can experience a strain of at least $\varepsilon\%$.

NOTE: The value for the strain ε may be given in the National Annex. The value $\varepsilon = 2\%$ is recommended.

(4) The ultimate strength of the deposited weld metal should be at least $y\%$ higher than the specified maximum ultimate strength of the plate or pipe material.

Примітка. Величина y може бути встановлена в Національному додатку. Рекомендованою величиною є $y = 15\%$.

3.4 Вимоги до ударної в'язкості листових матеріалів і зварних швів

(1) Вимоги до в'язкості перед зламом листових матеріалів і зварних швів, встановлені в попередніх частинах, можна наочно показати за допомогою застосування відповідних методів, як встановлено в EN 1594.

Примітка. Допустимо використовувати європейський стандарт з вимог до ударної в'язкості для листових матеріалів трубопроводів із зонами зварних швів і допустимими розривами, BS 7910:1999 "Посібник з методів оцінки прийнятності дефектів в металевих конструкціях, з поправками жовтень, 2000", Британський інститут стандартів або інші національні документи.

(2) Положення цього стандарту застосовують тільки в тому випадку, якщо якість матеріалу труби і зварних швів задовольняє вимогам, встановленим в EN 1594 або EN 12732, в залежності від обставин.

(3) Граничну пластичну деформацію при розтягу $\varepsilon_{l,Rk}$ (LS2) визначають наступним чином:

$$\varepsilon_{l,Rk} = z\% . \quad (3.3)$$

Примітка. Величина z може бути встановлена в Національному додатку. Рекомендованою величиною є $z = 0,5\%$.

3.5 З'єднувальні елементи

(1) З'єднувальні елементи повинні відповідати положенням EN 1993-1-8.

3.6 Властивості ґрунту

(1) Розрахункові значення властивостей ґрунту (параметри механіки ґрунтів) отримують відповідно до EN 1997 або інших відповідних стандартів, на які наведено посилання.

4 Дії

4.1 Дії, які підлягають розгляду

(1) Основні вказівки щодо дій і поєднань дій, включаючи аварійні або сейсмічні розрахункові ситуації, наведено в EN 1990 і EN 1991, EN 1997 і EN 1998.

(2) Необхідно розглядати наступні дії, коли це доцільно:

- внутрішній тиск;

NOTE: The value y may be given in the National Annex. The value $y = 15\%$ is recommended.

3.4 Toughness requirements of plate materials and welds

(1) The requirements for ductility before fracture for the plate materials and welds defined in the preceding sections can be demonstrated by the application of adequate methods as defined in EN 1594.

NOTE: Until there is a European standard on toughness requirements for pipeline plate materials with weld zones and allowed discontinuities, BS 7910: 1999 "Guide on methods for assessing the acceptability of flaws in metallic structures, with amendments October 2000" British Standards Institution, or other national documents can be used.

(2) The provisions of this standard apply only if the quality of the pipe material and welds fulfils the requirements given in EN 1594 or EN 12732 as appropriate.

(3) The limit plastic tensile strain $\varepsilon_{l,Rk}$ (LS2) should be determined as:

NOTE: The value z may be given in the National Annex. The value $z = 0,5\%$ is recommended.

3.5 Fasteners

(1) Fasteners should comply with the provisions in EN 1993-1-8.

3.6 Soil properties

(1) Design values for soil properties (soil engineering parameters) should be obtained according to EN 1997 or other relevant reference standards.

4 ACTIONS

4.1 Actions to be considered

(1) Basic guidance on actions and combinations of actions including accidental and seismic design situations is given in EN 1990 and EN 1991, EN 1997 and EN 1998.

(2) The following actions should be considered, where appropriate:

- Internal pressure;

- зовнішній тиск;
- власна вага трубопроводу;
- власна вага вмісту трубопроводу (продукт, який підлягає транспортуванню, і можливу наявність інших матеріалів, наприклад, води, використовуваної для гідравлічного пресування або пилу);
- навантаження на ґрунт;
- навантаження від транспортних засобів;
- коливання температури;
- монтажні навантаження;
- накладена деформація: внаслідок нерівномірних осадок, осідання ґрунту і зсувів;
- сейсмічні навантаження (посилаються на Єврокод 8).

(3) Власні величини навантажень, що підлягають розгляду, отримують з EN 1991-1 або інших відповідних стандартів, на які наведено посилання, як встановлено в 1.1 і 1.2.

4.2 Часткові коефіцієнти дій

(1) Часткові коефіцієнти безпеки повинні бути засновані на необхідному рівні надійності згідно з 2.3.

Примітка. Часткові коефіцієнти безпеки можуть бути встановлені в Національному додатку.

4.3 Сполучення навантажень для граничних станів за несучою здатністю

(1) Необхідно розглянути наступні поєднання розрахункових дій для граничних станів за несучою здатністю:

a) внутрішній тиск: різниця між максимальним внутрішнім тиском і найменшим зовнішнім тиском;

Примітка. Граничний стан, як правило, використовують в першу чергу для визначення товщини стінки.

b) внутрішній тиск плюс інші суттєві навантаження: умови внутрішнього і зовнішнього тиску, встановлені в (a), з додаванням інших суттєвих розрахункових навантажень;

Примітка. Даний граничний стан, як правило, використовують наступним для перевірки критичних деформацій.

c) зовнішній тиск плюс інші суттєві навантаження: різниця між максимальним зовнішнім тиском і найменшим внутрішнім тиском з додаванням інших суттєвих розрахункових навантажень;

- External pressure;
- Self weight of the pipeline;
- Self weight of the contents of the pipeline (the product to be transported and the possible presence of other materials e.g. water being used for hydrostatic testing or dust);
- Soil loads;
- Traffic loads;
- Temperature variations;
- Construction loads;
- Imposed deformation: due to differential settlements, mining subsidence and landslides;
- Earthquake loads (reference should be made to Eurocode 8).

(3) Characteristic values of the loads to be considered should be obtained from EN 1991-1 or other relevant reference standards as indicated in 1.1 and 1.2.

4.2 Partial factors for actions

(1) Partial safety factors shall be based on the required reliability level according to 2.3.

NOTE: The partial safety factors may be given in the National Annex.

4.3 Load combinations for ultimate limit states

(1) The following combinations of design actions for ultimate limit states should be considered:

a) Internal pressure: The difference between the maximum internal pressure and the smallest external pressure.

NOTE: This limit state is generally used first for the determination of the wall thickness.

b) Internal pressure plus other relevant loads: The internal and external pressure conditions defined in (a), with the other relevant design loads added.

NOTE: This limit state is generally used next to check critical strains.

c) External pressure plus other relevant loads: The difference between the maximum external pressure and the smallest internal pressure, with the other relevant design loads added.

Примітка. Наступним для перевірки втрати круглої форми перерізу, критичних деформацій, місцевого вигину тощо, як правило, використовують цей граничний стан.

d) зміни тиску в часі плюс інші суттєві розрахункові навантаження: даний випадок відноситься до циклічних дій на трубу.

Примітка. Цей граничний стан для перевірки на втому використовують останнім.

4.4 Сполучення навантажень для розрахунку граничних станів експлуатаційної придатності

(1) Необхідно розглянути наступні поєднання розрахункових навантажень для граничних станів експлуатаційної придатності:

e) внутрішній тиск плюс інші суттєві навантаження: різниця між максимальним внутрішнім тиском і найменшим зовнішнім тиском з іншими істотними розрахунковими навантаженнями;

f) зовнішній тиск плюс інші суттєві навантаження: різниця між максимальним зовнішнім тиском і найменшим внутрішнім тиском з додаванням інших суттєвих розрахункових навантажень.

5 РОЗРАХУНОК

5.1 Розрахункові моделі

5.1.1 Спрощений метод обчислення для розрахунку граничного стану за несучою здатністю

Примітка. Спрощений метод обчислення, наведений нижче, заснований на результатах значної кількості більш точних обчислень.

(1) За умови, що дотримані вимоги, встановлені в (2)–(13), необхідно брати до уваги тільки поєднання навантажень (a) в 4.3 (1) (лише внутрішній тиск).

(2) Коефіцієнти навантаження γ_F вважають такими, що дорівнюють:

$\gamma_F = \gamma_{F1}$ для магістральних трубопроводів;

$\gamma_F = \gamma_{F2}$ для доріг, каналів, каналів і природних перетинів водостоків без захисних споруд потоку;

$\gamma_F = \gamma_{F3}$ для доріг, каналів, каналів і природних перетинів водостоків без захисних споруд потоку.

NOTE: This limit state is generally used next to check ovalisation, critical strains, local buckling etc.

d) Temporal variations in pressure plus other relevant design loads: This case is concerned with cyclic actions on the pipe.

NOTE: This limit state is generally used last to check for fatigue.

4.4 Load combinations for serviceability limit state design

(1) The following combinations of design loads for serviceability limit states should be considered:

e) Internal pressure plus other relevant loads: The difference between the maximum internal pressure and the smallest external pressure with the other relevant design loads.

f) External pressure plus other relevant loads: The difference between the maximum external pressure and the smallest internal pressure, with the other relevant design loads added.

5 ANALYSIS

5.1 Structural models

5.1.1 Simplified calculation method for ultimate limit state design

NOTE: The simplified calculation method given below is based on the results of an extensive set of more precise calculations.

(1) Provided that the conditions given in (2) to (13) are met, only the load combination (a) of 4.3 (1) need be taken into account (only internal pressure).

(2) The load factors γ_F should be taken as:

$\gamma_F = \gamma_{F1}$ for cross – country pipe lines

$\gamma_F = \gamma_{F2}$ for road, ditch, canal and natural watercourse crossings without flood defences

$\gamma_F = \gamma_{F3}$ for road, ditch, canal and natural watercourse crossings with flood defences.

Примітка. Числові величини γ_F можуть бути встановлені в Національному додатку. Рекомендованими величинами є: $\gamma_{F1} = 1,39$; $\gamma_{F2} = 1,50$; $\gamma_{F3} = 1,82$.

Примітка. У багатьох стандартах для трубопроводів допустиме напруження = 72% напруження текучості: (1,39 = 1/0,72).

(3) В залежності від розрахункової границі текучості $f_{y,d}$ відношення D_e/t_{\min} має задовольняти наступну вимогу:

для

$$f_{y,d} = 240 \text{ Н/мм}^2 \text{ (N/mm}^2\text{): } D_e/t_{\min} \leq \text{вел. (val) 240,} \quad (5.1)$$

для

$$f_{y,d} = 360 \text{ Н/мм}^2 \text{ (N/mm}^2\text{): } D_e/t_{\min} \leq \text{вел. (val) 360,} \quad (5.2)$$

для

$$f_{y,d} = 415 \text{ Н/мм}^2 \text{ (N/mm}^2\text{): } D_e/t_{\min} \leq \text{вел. (val) 415,} \quad (5.3)$$

для

$$f_{y,d} = 480 \text{ Н/мм}^2 \text{ (N/mm}^2\text{): } D_e/t_{\min} \leq \text{вел. (val) 480.} \quad (5.4)$$

Примітка. Величини D_e/t_{\min} можуть бути встановлені в Національному додатку. Рекомендованими величинами є: вел. 240 = 70; вел. 360 = 80; вел. 415 = 92; вел. 480 = 106.

(4) Висота покриття над верхньою частиною трубопроводу не повинна перевищувати D_{cover} . Даний критерій не застосовується, якщо можна показати, що корисне навантаження у верхній частині труби не перевищує G_{eff} .

Примітка. Величини D_{cover} та G_{eff} можуть бути встановлені в Національному додатку. Рекомендованими величинами є: $D_{cover} = 2,5$ м та $G_{eff} = 65$ кН/м².

(5) Задана товщина стінки t_{spec} , використовувана в трубі, не повинна бути менше $t_{spec,min}$ мм.

Примітка. Величина $t_{spec,min}$ може бути встановлена в Національному додатку. Рекомендованою величиною є: $t_{spec,min} = 4,8$ мм.

(6) Нерівномірне осідання при зміцненні ґрунту не повинне перевищувати d_s мм. Дане нерівномірне осідання повинне поступово збільшуватися з нуля до максимальної величини й назад до нуля протягом відстані щонайменше 21 м, як встановлено на рисунку 5.1.

Примітка. Величини d_s і ℓ можуть бути встановлені в Національному додатку. Рекомендованими величинами є: $d_s = 100$ мм і $\ell = 20$ м.

NOTE: The numerical values for γ_F may be given in the National Annex. The following values are recommended: $\gamma_{F1} = 1,39$; $\gamma_{F2} = 1,50$; $\gamma_{F3} = 1,82$.

NOTE: In many pipeline standards the allowable stress = 72 % of yield stress : (1,39 = 1/0,72).

(3) Depending on the design yield strength $f_{y,d}$ the ratio D_e/t_{\min} should satisfy the following:

for

$$f_{y,d} = 240 \text{ Н/мм}^2 \text{ (N/mm}^2\text{): } D_e/t_{\min} \leq \text{вел. (val) 240,} \quad (5.1)$$

for

$$f_{y,d} = 360 \text{ Н/мм}^2 \text{ (N/mm}^2\text{): } D_e/t_{\min} \leq \text{вел. (val) 360,} \quad (5.2)$$

for

$$f_{y,d} = 415 \text{ Н/мм}^2 \text{ (N/mm}^2\text{): } D_e/t_{\min} \leq \text{вел. (val) 415,} \quad (5.3)$$

for

$$f_{y,d} = 480 \text{ Н/мм}^2 \text{ (N/mm}^2\text{): } D_e/t_{\min} \leq \text{вел. (val) 480.} \quad (5.4)$$

NOTE: The values for D_e/t_{\min} may be given in the National Annex. The following values are recommended: val 240 = 70; val 360 = 80; val 415 = 92; val 480 = 106.

(4) The depth of cover over the top of the pipeline should not exceed D_{cover} . This criterion is not applicable if it can be demonstrated that the effective load at the top of the pipe does not exceed G_{eff} .

NOTE: The values for D_{cover} and G_{eff} may be given in the National Annex. The following values are recommended: $D_{cover} = 2,5$ m and $G_{eff} = 65$ kN/m².

(5) The specified wall thickness t_{spec} used in the pipe should not be less than $t_{spec,min}$ mm.

NOTE: The value for $t_{spec,min}$ may be given in the National Annex. The following value is recommended: $t_{spec,min} = 4,8$ mm.

(6) The differential settlements from consolidation should not exceed d_s mm. This differential settlement should increase gradually from zero to the maximum value and back to zero over a distance of at least 21 m as indicated in Figure 5.1.

NOTE: The values for d_s and ℓ may be given in the National Annex. The following values are recommended: $d_s = 100$ mm and $\ell = 20$ m.

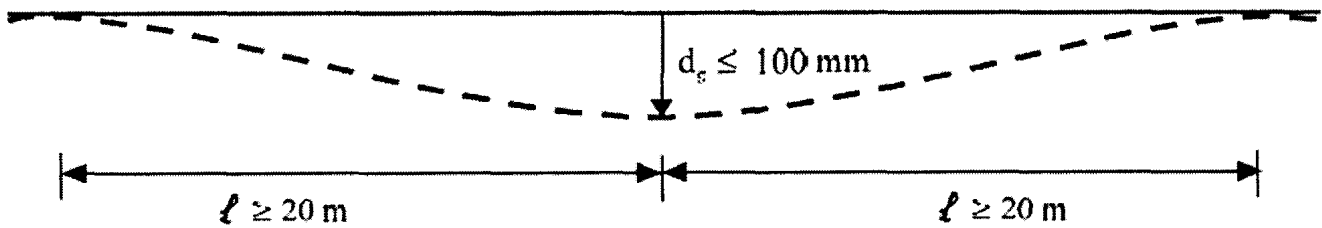


Рисунок 5.1 – Межі нерівномірного осідання з рекомендованими величинами

Figure 5.1 – Figure Limits on differential settlements with recommended values

(7) Осідання при будівництві не повинно перевищувати значення, очікуване при звичайній практиці будівництва трубопроводу, коли не вживають спеціальних заходів.

(8) Трубопровід не повинен перетинати площини потенційного розвитку тріщини або осідання ґрунту.

(9) Переріз трубопроводу не повинен мати вигинів з радіусом менше ніж $x D_e$.

Примітка. Величина x може бути встановлена в Національному додатку. Рекомендованою величиною є: $x = 20$ мм.

(10) Максимальна різниця між температурою при монтажі і максимальною або мінімальною температурою експлуатації трубопроводу, в залежності від обставин, не повинна перевищувати T °C.

Примітка. Величина T може бути встановлена в Національному додатку. Рекомендованою величиною є: $T = 35$ °C.

(11) Повний інтервал температур повинен знаходитися між T_1 °C і T_2 °C. У разі підняття ґрунту при промерзанні посиляються на EN 1594.

Примітка. Величини T_1 і T_2 можуть бути встановлені в Національному додатку. Рекомендованими величинами є: $T_1 = -40$ °C і $T_2 = +60$ °C.

(12) У разі використання вигинів з радіусом менше ніж $y D_e$ необхідно, щоб виконувалися наступні критерії:

- для трубопроводів з діаметром D_e , що не перевищує D_1 , і з горизонтальними вигинами максимальна різниця між температурою при монтажі і максимальною або мінімальною температурою не повинна перевищувати T_3 °C.
- для трубопроводів з $D_e < D_2$ відстань між горизонтальними вигинами повинна перевищувати l .

(7) The construction settlement should not exceed the values expected in normal pipeline construction practice, in which no special measures have been taken.

(8) The pipeline should not cross potential fracture planes or areas of mining subsidence.

(9) The pipeline section involved should not include bends with a radius smaller than $x D_e$.

NOTE: The value for x may be given in the National Annex. The following value is recommended: $x = 20$.

(10) The maximum difference between the installation temperature and the maximum or minimum service temperature of the pipeline, as applicable, should not exceed T °C.

NOTE: The value for T may be given in the National Annex. The following value is recommended: $T = 35$ °C.

(11) The overall temperature range should lie between T_1 °C and T_2 °C. In the case of frost heave, reference should be made to EN 1594.

NOTE: The values for T_1 and T_2 may be given in the National Annex. The following values are recommended: $T_1 = -40$ °C and $T_2 = +60$ °C.

(12) In the case where bends with a radius smaller than $y D_e$ are used, the following criteria should be satisfied:

- For pipelines with diameters D_e not greater than D_1 and with horizontal bends, the maximum difference between the installation temperature and the maximum or minimum temperature should not exceed T_3 °C.
- For pipelines with $D_e < D_2$, the distance between horizontal bends should be greater than l .

Примітка. Величини y , T_3 , D_1 і l можуть бути встановлені в Національному додатку. Рекомендованими величинами є: $y = 20$; $T_3 = 20$ ° C; $D_1 = 300$ мм; $D_2 = 450$ мм і $l = 2,0$ м.

(13) Для перетинів, прокладених за допомогою буріння або піднімання домкратом з використанням будівельних поглиблень і застосуванням вигинів з радіусом менше ніж $z D_e$ в будівельному поглибленні, необхідно, щоб виконувалися наступні критерії:

- при обчисленні товщини стінки вигинів використовують коефіцієнт навантаження γ_F (як для перетину);
- для $D_e < D_2$ мм вигин повинен бути розташований біля більшої сторони будівельного поглиблення.
- для прямих труб відношення D_e/t_{\min} має відповідати:

$$\text{для (for) } f_{y,d} = 240 \text{ Н/мм}^2 \text{ (N/mm}^2\text{): } D_e/t_{\min} \leq \text{вел. (val) } 240, \quad (5.5)$$

$$\text{для (for) } f_{y,d} = 360 \text{ Н/мм}^2 \text{ (N/mm}^2\text{): } D_e/t_{\min} \leq \text{вел. (val) } 360, \quad (5.6)$$

$$\text{для (for) } f_{y,d} = 415 \text{ Н/мм}^2 \text{ (N/mm}^2\text{): } D_e/t_{\min} \leq \text{вел. (val) } 415, \quad (5.7)$$

$$\text{для (for) } f_{y,d} = 480 \text{ Н/мм}^2 \text{ (N/mm}^2\text{): } D_e/t_{\min} \leq \text{вел. (val) } 480, \quad (5.8)$$

Примітка. Величини z , γ_F , D_2 та D_e/t_{\min} можуть бути встановлені в Національному додатку. Рекомендованими величинами є: $z = 20$; $\gamma_F = 1,82$; $D_2 = 450$ мм; вел. 240 = 57; вел. 360 = 61; вел. 415 = 70; вел. 480 = 81.

5.1.2 Метод аналізу у випадку, якщо умови методу спрощеного обчислення не дотримані

(1) Підземні трубопроводи повинні бути створені за зразком балок, підтримуваних простоювою конфігурацією. При моделюванні пружини повинні імітувати властивості ґрунту, як встановлено на рисунку 5.2:

(2) При аналізі слід врахувати нелінійний характер різних пружин ґрунту.

Примітка. Як правило, для даної системи необхідний аналіз методом скінченних елементів.

(3) Вихідними даними для аналізу повинні бути властивості ґрунту, властивості трубопроводу, осідання (переміщення) та інші дії.

Примітка. Необхідні характеристики трубопроводу відносяться до діаграми згинальний момент – викривлення і, при виникненні кручення, діаграми крутильний момент – обертання. Формули для отримання даних діаграм наведені у додатку А.

NOTE: The values for y , T_3 , D_1 and l may be given in the National Annex. The following values are recommended: $y = 20$; $T_3 = 20$ ° C; $D_1 = 300$ mm; $D_2 = 450$ mm and $l = 2,0$ m.

(13) For crossings that are installed by means of boring or jacking, using building pits and where bends with a radius less than $z D_e$ are applied in the building pit, the following criteria should be satisfied:

- in the wall thickness calculation of bends a load factor γ_F should be used (as for the crossing).
- for $D_e < D_2$ mm the bend should be located at the field side of the building pit.
- for straight pipes the D_e/t_{\min} ratio should satisfy:

NOTE: The values for z , γ_F , D_2 and D_e/t_{\min} may be given in the National Annex. The following values are recommended. $z = 20$; $\gamma_F = 1,82$; $D_2 = 450$ mm; val 240 = 57; val 360 = 61; val 415 = 70; val 480 = 81.

5.1.2 Method of analysis if the conditions for the simplified calculation method are not met

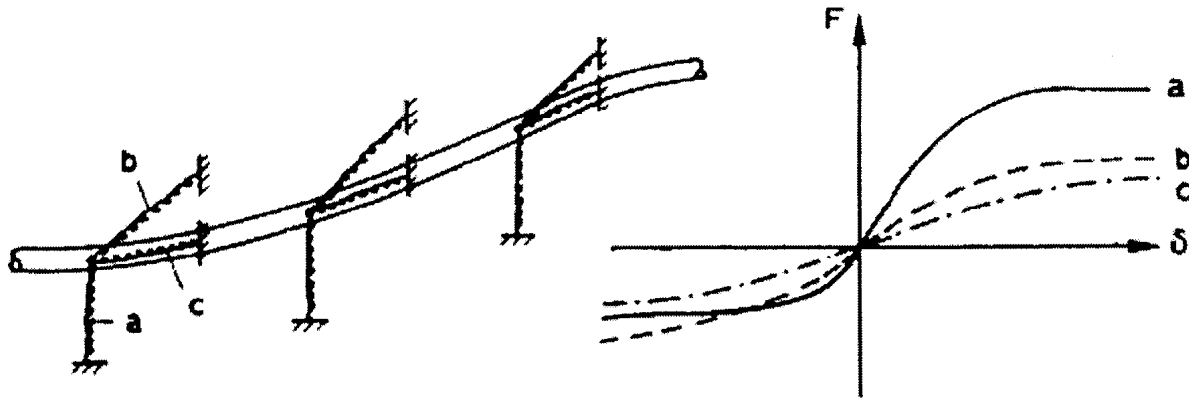
(1) Buried pipelines should be modelled as beams supported by a three – dimensional configuration. In the modelling the springs should represent the properties of the soil, as indicated in Figure 5.2:

(2) In the analysis, account should be taken of the non – linear character of the various earth springs.

NOTE: In general, a finite element analysis is needed for this system.

(3) The input data for the analysis should be the soil properties, the properties of the pipeline, the imposed settlements (displacements), and other actions.

NOTE: The required properties of the pipeline relate to the bending moment – curvature diagram and, where torsion occurs, the torsion moment – rotation diagram. Expressions to obtain these diagrams are given in annex A.



- a – поперечна вертикальна пружина ґрунту
- b – поперечна горизонтальна пружина ґрунту
- c – поздовжня фрикційна пружина ґрунту (також фрикційна пружина ґрунту, що працює на кручення)

- a lateral vertical earth spring
- b lateral horizontal earth spring
- (c) longitudinal frictional earth spring (also torsional frictional earth spring)

Рисунок 5.2 – Схематичне зображення трубопроводу з "пружинами ґрунту"

Figure 5.2 – Schematic view of a pipeline with "earth springs"

(4) З вище встановленого просторового аналізу балки визначають наступні величини на кожному поперечному перерізі трубопроводу:

- згинальний момент і викривлення;
- крутільний момент і обертання;
- нормальна сила і подовження або зменшення довжини;
- сила зсуву і деформація зсуву;
- тиск ґрунту і переміщення;
- тертя ґрунту і відповідні переміщення.

(5) Більш повні перевірки всієї сукупності деформацій можна провести, використовуючи всебічний пружнопластичний аналіз поперечного перерізу, як встановлено в додатку А.

Примітка. Подальші вказівки та інформацію щодо розрахунку граничного стану підземних трубопроводів можна отримати з додатку А або з "Розрахунку підземних трубопроводів з урахуванням пластичних деформацій в областях осідання" Греснігт А. М., HERON, том 31, ч. 4, 1986; або інших публікацій, як встановлено в додатку С.

5.2 Перевірка граничного стану за несучою здатністю

5.2.1 LS1: Rupture

(1) Напруження, що виникають при аналізі, повинні відповідати умові пластичності Мізеса:

$$\sigma_{e,Ed} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau_{xy}^2} \leq f_{y,d} \quad (5.9)$$

(4) From the above three – dimensional beam analysis, the following values should be determined at every cross – section of the pipeline:

- bending moment and curvature;
- torsional moment and rotation;
- normal force and lengthening or shortening;
- shear force and shear deformation;
- earth pressure and displacements;
- earth friction and corresponding displacements.

(5) More complete checks of the complete set of deformations may be made using a comprehensive elastic – plastic cross section analysis as set out in annex A.

NOTE: Further guidance and information on limit state design of buried pipelines can be obtained from either annex A; or Gresnigt, A.M. "Plastic Design of Buried Pipelines in Settlement Areas", HERON, Vol. 31, No.4, 1986; or other publications as given in annex C.

5.2 Ultimate limit state verification

5.2.1 LS1: Rupture

(1) The stresses resulting from the analysis should satisfy the von Mises yield criterion:

5.2.2 LS2: Обмеження пластичних деформацій

(1) Максимальна деформація при розтягу ϵ_{max} не повинна перевищувати граничну деформацію $\epsilon_{l,Rk}$, встановлену в частині 3.4.

(2) Слід наочно показати, що стінка труби з зонами зварних швів і допустимими розривами має здатність до деформації (граничну деформацію), необхідну для аналізу конструкції.

5.2.3 LS3: Деформація

(1) Для запобігання поздовжньому вигину поперечного перерізу внаслідок втрати стійкості необхідно обмежити надмірне викривлення поперечного перерізу у вигляді втрати круглої форми перерізу.

(2) Параметр втрати круглої форми перерізу a , який визначається наступним чином:

$$a = \frac{D_{max} - D_{min}}{4}, \tag{5.10}$$

повинен бути обмежений до величини a_{max} , яка визначається наступним чином:

$$a_{max} = xD_e. \tag{5.11}$$

Примітка. Величина x може бути встановлена в Національному додатку. Рекомендованою величиною є: $x = 0,05$.

(3) Місцевий поздовжній вигин оцінюють, використовуючи критичну деформацію ϵ_{cr} . Для оцінки ϵ_{cr} в першу чергу необхідно оцінити втрату круглої форми перерізу внаслідок нерівномірного тиску ґрунту, використовуючи параметр a , де a – половина зміни в діаметрі, викликаної тиском ґрунту. Величину a потім використовують для визначення радіуса місцевого викривлення r_0 в найбільш стислих частинах кола, див. рисунок 5.3. Тиск p вважають позитивним у випадку внутрішнього тиску і негативним у разі зовнішнього тиску.

(4) Критичну величину деформації при стиску ϵ_{cr} отримують з наступної формули:

$$\epsilon_{cr} = 0,25 \frac{t}{r_0} - 0,0025 + \left(\frac{pr_0}{Et} \right)^2 \frac{|p|}{p} \text{ для (for) } \frac{r_0}{t} \leq 60, \tag{5.12}$$

$$\epsilon_{cr} = 0,10 \frac{t}{r_0} + 3000 \left(\frac{pr_0}{Et} \right)^2 \frac{|p|}{p} \text{ для (for) } \frac{r_0}{t} \geq 60, \tag{5.13}$$

в якій

5.2.2 LS2: Plastic strain limitation

(1) The maximum tensile strain ϵ_{max} should not exceed the limit strain $\epsilon_{l,Rk}$ defined in Section 3.4.

(2) It should be demonstrated that the pipe wall with weld zones and allowed discontinuities has the strain capacity (limit strain) required for the structural analysis.

5.2.3 LS3: Deformation

(1) To prevent snap-through buckling of the cross-section, excessive cross-sectional distortion in the form of ovalisation should be limited.

(2) The ovalisation parameter a , given by:

should be limited to the value a_{max} given by:

NOTE: The value for x may be given in the National Annex. The following value is recommended: $x = 0,05$.

(3) Local buckling should be assessed using the critical strain ϵ_{cr} . To evaluate ϵ_{cr} the ovalisation due to non – uniform earth pressure should first be evaluated using the parameter a , where a is half of the change in the diameter caused by earth pressure. The value of a should then be used to determine the local radius of curvature r_0 at the most compressed part of the circumference, see figure 5.3. The pressure p should be taken as positive in the case of internal pressure and negative in the case of external pressure.

(4) The critical value of the compressive strain ϵ_{cr} should be obtained from the following:

in which:

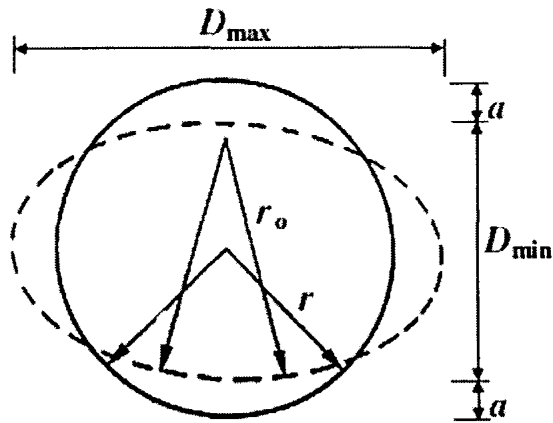


Рисунок 5.3 – Радіус r_0 в поперечному перерізі з втратою круглої форми

Figure 5.3 – Radius r_0 in an ovalised cross section

$$r_0 = \frac{r}{1 - \frac{3a}{r}} \quad (5.14)$$

(5) Необхідно показати, що:

(5) It should be shown that:

$$\varepsilon_{\max} \leq \varepsilon_{cr} \quad (5.15)$$

(6) У трубопроводах при зовнішньому тиску необхідно досліджувати можливе сплющування поперечного перерізу, використовуючи положення EN 1993-1-6.

(6) In pipelines under external pressure, the possible collapse (implosion) of the cross – section should be investigated, using the provisions of EN 1993-1-6.

(7) За наявної можливості загальної втрати стійкості при згині проект оцінюють, використовуючи положення EN 1993-1-1.

(7) Where there is potential for overall flexural buckling, the design should be assessed using the provisions of EN 1993-1-1.

5.2.4 LS4: Втома

5.2.4 LS4: Fatigue

(1) Проект повинен відповідати EN 1993-1-9.

(1) The design should satisfy EN 1993-1-9.

Примітка. На інші суттєві стандарти з втомного навантаження може бути наведене посилання в Національному додатку.

NOTE: Other relevant standards for fatigue loading may be referred to in the National Annex.

5.2.5 LS5: Витоки

5.2.5 LS5: Leakage

(1) При проектуванні необхідно врахувати наслідки можливого витоку вмісту трубопроводу внаслідок причин, відмінних від розриву стінки труби (наприклад, внаслідок недостатньої герметичності з'єднань або внаслідок корозії, або дій третьої особи).

(1) The consequences of possible leakage of the contents of the pipeline, due to causes other than rupture of the pipe wall (e.g. due to insufficient tightness in the connections, or due to corrosion or third party activities) should be taken into account in design.

(2) Посилаються на відповідні стандарти, на які наведено посилання.

(2) Reference should be made to the relevant reference standards.

5.3 Перевірка граничного стану експлуатаційної придатності

5.3 Serviceability limit state verifications

(1) Перевірка граничного стану експлуатаційної придатності LS6, LS7 і LS8 повинна задовольняти критеріям придатності до експлуатації, що відносяться до втрати круглої форми, відхилення, вібрації і витоку.

(1) The verification of the serviceability limit states LS6, LS7 and LS8 should satisfy the serviceability criteria concerning ovalisation, deflection, vibration and leakage.

(2) Посилаються на відповідні стандарти, на які наведено посилання.

(3) Критерії для кожного граничного стану експлуатаційної придатності (наприклад, щодо вимог до внутрішнього очищення скребком) можуть бути встановлені за узгодженням між проектувальником і замовником.

(4) Спеціальні межі витoku можуть бути встановлені за узгодженням між проектувальником, замовником та відповідним органом влади залежно від умов проектування (наприклад, характер трубопроводу, його вміст і навколишнє середовище).

6 АСПЕКТИ ПРОЕКТУВАННЯ, ВИГОТОВЛЕННЯ ТА МОНТАЖУ КОНСТРУКЦІЙ

(1) Повинні виконуватися вимоги відповідних застосовуваних стандартів.

(2) До виготовлення та монтажу застосовують відповідні пункти EN 1090-2.

(2) Reference should be made to the relevant reference standards.

(3) Criteria for each serviceability limit state (e.g. in relation to pigging requirements) may be agreed between the designer and the client.

(4) Special limits on leakage may be agreed between the designer, the client and the relevant authority, depending on the design conditions (e.g. the nature of the pipeline and its contents and the environment).

6 STRUCTURAL DESIGN ASPECTS OF FABRICATION AND ERECTION

(1) The requirements of the relevant application standards should be met.

(2) For fabrication and erection the relevant clauses of EN1090-2 apply.

**АНАЛІЗ ОПОРІВ, ДЕФОРМАЦІЙ,
НАПРУЖЕНЬ І РОЗТЯГІВ
ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВОДІВ**

A.1 Метод і сфера застосування аналізу

(1) Метод аналізу, як правило, складається з етапів, установлених у (2)–(7) нижче.

(2) Збір вихідних даних.

В залежності від характеру та розміру системи транспортування по трубопроводу необхідні вихідні дані для процесів розрахунку і проектування напруження. Вихідні дані докладно розглянуті у відповідних стандартах, на які наведено посилання.

(3) Схематичне зображення та поділ трубопроводу на частини для аналізу.

З метою аналізу трубопровід разом з навантаженнями, що впливають на нього, схематично зображують і ділять на частини.

(4) Визначення дій і поєднань дій, що підлягають розгляду при аналізі, і пов'язаних з ними часткових коефіцієнтів.

По суті, кожен переріз системи трубопроводу необхідно досліджувати для визначення ефектів навантажень, наведених в (1). На підставі цього визначають навантаження, суттєві для кожного перерізу трубопроводу. Обчислення засновують на розрахункових навантаженнях. Застосовувані величини часткових коефіцієнтів беруть з відповідних стандартів, на які наведені посилання.

(5) Обчислення сил, моментів і відносних переміщень.

Розподіл і розміри сил і моментів і, де це необхідно, деформацію трубопроводу необхідно визначати не тільки в якості функції довжини замкнутої системи трубопроводу, але також, де це доцільно, в якості функції часу. Це також застосовують до впливів, які чинить трубопровід на навколишнє середовище (ґрунт, опори, конструкції з фіксованою точкою опори і конструкції з обшивкою тощо).

(6) Обчислення напружень, розтягів та деформації.

Необхідно визначити позитивні і негативні величини напружень і розтягів, які можуть виникнути

**ANALYSIS OF RESISTANCES,
DEFORMATIONS, STRESSES AND
STRAINS OF BURIED PIPELINES**

A.1 Procedure and scope of analysis

(1) The analysis procedure generally consists of the phases set out in (2) to (7) below.

(2) Gathering design data.

Depending on the nature and size of the pipeline transportation system, design data are required for the design and stress engineering processes. These data are defined in detail in relevant reference standards.

(3) Schematization and sectioning of pipeline for analysis.

For the purpose of analysis, the pipeline, together with the loads acting on it, is schematized and divided into sections.

(4) Determination of the actions and action combinations to be considered in the analysis and the associated partial factors.

In principle, each section of the pipeline system should be investigated to determine the effects of the loads referred to in (1). The loads which are relevant to each pipeline section should be determined on this basis. The calculation is based on the design loads. Values of partial factors to be adopted should be taken from relevant reference standards.

(5) Calculation of forces, moments and relative displacements.

The pattern and magnitude of the forces and moments, and, where necessary, the deformation of the pipeline should be determined, not only as a function of the length of the completed pipeline system but also, where appropriate, as a function of time. This also applies to forces exerted by the pipeline on its environment (the soil, supports, fixed – point and casing structures, etc.).

(6) Calculation of stresses, strains and deformation.

The positive and negative values for stresses and strains which can occur in the walls of the

в стінках елементів системи трубопроводу, в разі необхідності включаючи діапазон або амплітуди і частоти змін даних напружень і/або розтягів. При виникненні в елементах трубопроводу підвищених напружень (наприклад, у вигинах) їх необхідно врахувати при аналізі. Незначні напруження, деформації та діапазони не включають в аналіз.

(7) Оцінювання.

Напруження, розтяг, деформації та інші величини, отримані шляхом застосування розрахункових навантажень, не повинні перевищувати граничних величин.

Примітка. Більш докладну інформацію з предметів, розглянутих у цьому додатку, і вказівки для практичного аналізу можна отримати з "Розрахунку підземних трубопроводів з урахуванням пластичних деформацій в областях осідання", Греснігт А.М., HERON, том 31, № 4, 1986; та з інших публікацій, як встановлено в додатку С.

A.2 Аналіз для прямих труб

A.2.1 Визначення основних параметрів

Середній діаметр

$$D = D_e - t.$$

Параметр втрати круглої форми

Ovalisation parameter

$$a = (D_{\max} - D_{\min}) / 4.$$

Середній радіус труби

Mean radius of a pipe

$$r = D / 2.$$

Пластичний момент поперечного перерізу труби

Plastic moment of the pipe cross section

$$M_p = 4r^2 t f_y.$$

Пружний момент поперечного перерізу труби

Elastic moment of the pipe cross section

$$M_e = \pi r^2 t f_y.$$

Викривлення поперечного перерізу труби при пружному моменті

Curvature at the elastic moment of the pipe cross section

$$C_e = \frac{f_y}{E r}.$$

Момент стінки з обшивкою на одиницю ширини в кінці пружної області

Shell wall moment per unit width at the end of the elastic region

$$m_e = t^2 f_y / 6$$

Граничний пластичний момент на одиницю ширини стінки з обшивкою

Full plastic moment per unit width of shell wall

elements of the pipeline system should be determined, where necessary including the range or amplitudes and frequencies of variations in these stresses and/or strains. Where increased stresses occur in pipeline elements (for example at bends), these should be allowed for in the analysis. Insignificant stresses, deformations and ranges need not be included in the analysis

(7) Assessment.

The stresses, strains, deformations and other values obtained by application of the design loads should not exceed the limiting values.

NOTE: Further information on the subjects in this annex and guidance for practical analysis can be obtained from: A.M. Gresnigt "Plastic Design of Buried Pipelines in Settlement Areas", HERON, Vol. 31, No.4, 1986, and from other publications as given in annex C.

A.2 Analysis for straight pipes

A.2.1 Definitions of key parameters

Mean diameter

Ovalisation parameter

Mean radius of a pipe

Plastic moment of the pipe cross section

Elastic moment of the pipe cross section

Curvature at the elastic moment of the pipe cross section

Shell wall moment per unit width at the end of the elastic region

Full plastic moment per unit width of shell wall

$$m_p = t^2 f_y / 4.$$

Пластична нормальна сила на одиницю шири-
ни стінки з обшивкою

Plastic normal force per unit width of shell wall

$$n_p = t f_y.$$

де f_y приймають таким, що дорівнює $f_{y,d}$.

Примітка. З метою спрощення індекси в цьому до-
датку скорочують, опускаючи позначки d, Rd та Es_d .

where f_y is to be taken as $f_{y,d}$

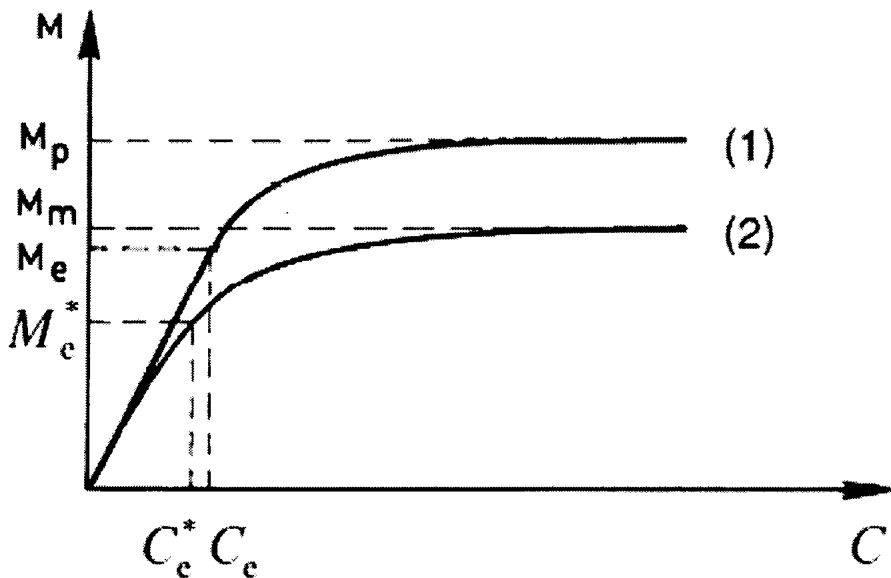
NOTE: For reasons of simplicity, the indexes in this
annex are abbreviated by omitting the d, Rd and Es_d
notations.

A.2.2 Формули взаємодії

(1) На рисунку А.1 представлено показання
впливу деяких інших дій, таких як нормальна
сила, сила зсуву, внутрішній тиск і наванта-
ження ґрунту, на діаграму момент-викривлен-
ня для прямої труби.

A.2.2 Interaction expressions

(1) Figure A.1 gives an indication of the influence
of several other actions such as normal force,
shear force, internal pressure and earth loading
on the moment – curvature diagram for a straight
pipe.



1 – без інших дій

2 – з іншими діями, такими як внутрішня сила, сила
зсуву, внутрішній тиск і навантаження ґрунту, що
надають зменшені величини для згинальних мо-
ментів M_p і M_e (M_m і M_e^* відповідно) і зменшену вели-
чину C_e^* для викривлення C_e

1) Without other actions

2) With other actions such as normal force, shear
force, internal pressure and earth loading, giving
reduced values for the bending moments M_p and M_e
(M_m and M_e^* respectively) and a reduced value C_e^*
for the curvature C_e .

Рисунок А.1 – Діаграма момент-викривлення для прямої труби

Figure A.1 – Moment – curvature diagrams for a straight pipe

(2) На рисунку А.2 представлені показання
можливої діаграми момент-викривлення для
прямої труби, що несе навантаження від інших
дій, таких як нормальна сила, сила зсуву,
внутрішній тиск, тиск ґрунту.

(2) Figure A.2 gives an indication of the possible
moment – curvature diagram for a straight pipe
loaded with several other actions such as normal
force, shear force, internal pressure, earth pres-
sure.

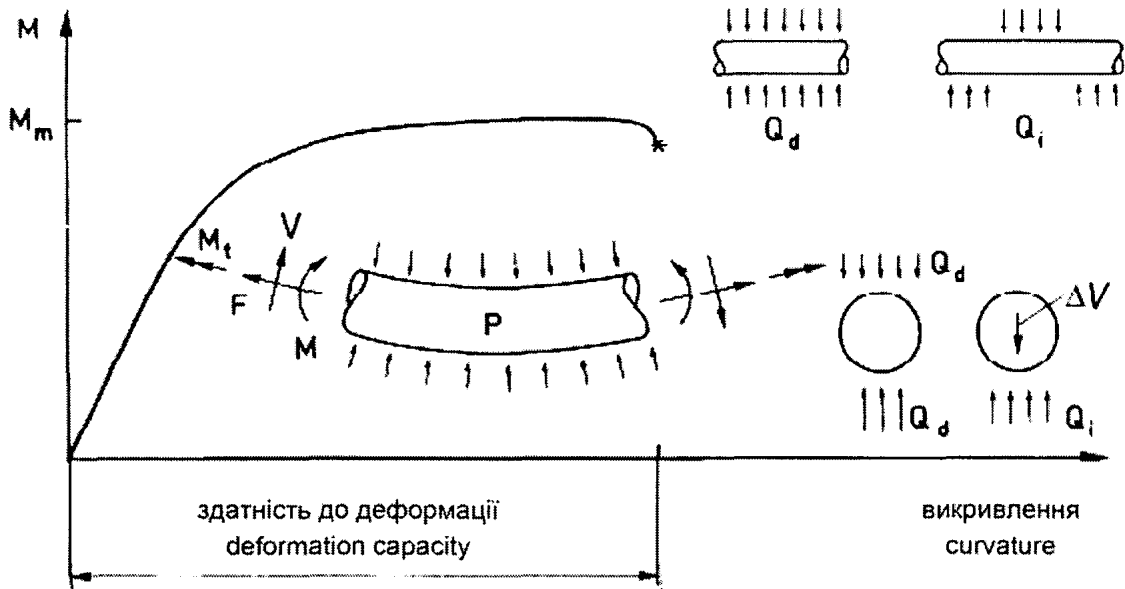


Рисунок А.2 – Діаграма момент-викривлення для прямої труби, яка також відображає інші дії

Figure A.2 – Moment – curvature diagram for a straight pipe also indicating other actions

(3) На рисунку А.3 представлений безпосередньо переданий тиск ґрунту Q_d , непрямий переданий тиск ґрунту (реакція опори) Q_i і еквівалентний тиск ґрунту Q_{eq} для передачі Q_i величині Q_d , яка дає такі ж середні моменти стінки з обшивкою в напрямку уздовж окружності, як і Q_i .

(3) Figure A.3 gives the directly transmitted earth pressure Q_d , the indirectly transmitted earth pressure (support reaction) Q_i and the equivalent earth pressure Q_{eq} to transform Q_i to a quantity Q_d that gives the same average shell wall moments in the circumferential direction as Q_i .

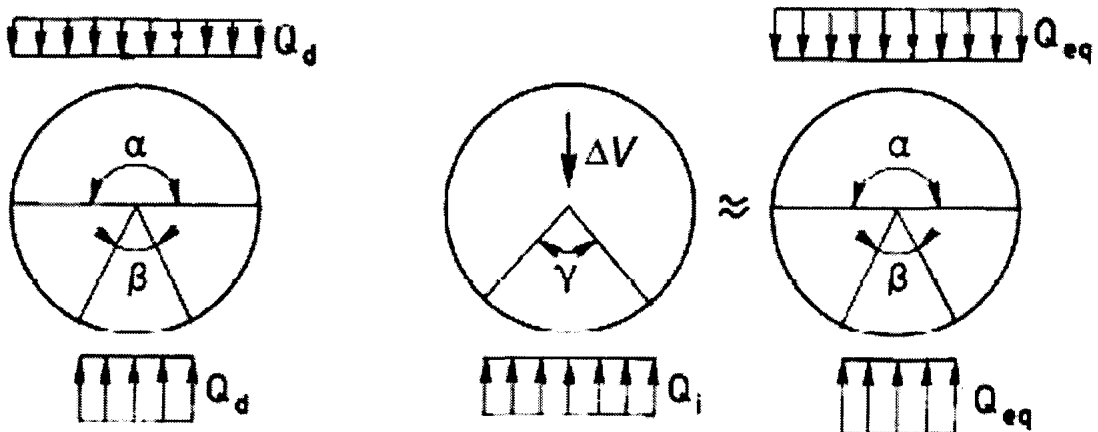


Рисунок А.3 – Навантаження ґрунту Q_d , Q_i і Q_{eq} , що впливають на поперечний переріз трубопроводу

Figure A.3 – Earth loads Q_d , Q_i and Q_{eq} acting on the pipeline cross section

(4) Повний опір пластичним деформаціям при вигині M_m поперечного перерізу прямої труби, що несе зовнішнє осьове навантаження F , можна отримати з:

(4) The full plastic bending resistance M_m of the pipe cross – section of a straight pipe loaded by an external axial force F may be obtained from:

$$\frac{M_m}{M_{pdr}} + \left(\frac{N_m}{N_{pdr}} \right)^{1,7} = 1, \quad (\text{A.1})$$

$$N_m = F - p\pi r^2, \quad (\text{A.2})$$

де: M_m – максимальний згинальний момент при повній пластичності;
 N_m – максимальна діюча нормальна сила при повній пластичності.
 (5) Опір при чистому згині визначають за формулою:

where:
 M_m is the maximum bending moment at full plasticity;
 N_m is the maximum effective normal force at full plasticity.
 (5) The resistance under pure bending is given by:

$$M_{pdr} = M_{pr} \sqrt{1 - \frac{V}{V_{pr}} + \frac{M_t}{M_{tpr}}}, \quad (\text{A.3})$$

в якій in which:

$$M_{pr} = ghM_{pl,Rd}, \quad (\text{A.4})$$

$$g = \frac{c_1}{6} + \frac{c_2}{3}, \quad (\text{A.5})$$

$$h = 1 - \frac{2a}{3r}. \quad (\text{A.6})$$

(6) Опір при чистому осьовому стиску визначають за формулою: (6) The resistance under pure axial compression is given by:

$$N_{pdr} = N_{pr} \sqrt{1 - \left(\frac{V}{V_{pr}} + \frac{M_t}{M_{tpr}} \right)^2}, \quad (\text{A.7})$$

в якій in which:

$$N_{pr} = gN_p. \quad (\text{A.8})$$

(7) Коефіцієнтами, що перетворюють власну міцність у вигин або стиск, є: (7) The factors modifying the fundamental strength in either bending or compression are:

$$M_{tpr} = gM_{tp}, \quad (\text{A.9})$$

$$M_{tp} = \frac{2}{\sqrt{3}} \pi r^2 t f_y, \quad (\text{A.10})$$

$$M_p = 4r^2 t f_y, \quad (\text{A.11})$$

$$N_p = 2\pi r t f_y, \quad (\text{A.12})$$

$$V_{pr} = gV_p, \quad (\text{A.13})$$

$$V_p = \frac{4}{\sqrt{3}} r t f_y, \quad (\text{A.14})$$

$$c_1 = \sqrt{4 - 3 \left(\frac{n_y}{n_p} \right) - 2\sqrt{3} \frac{|m_y|}{m_p}}, \quad (\text{A.15})$$

$$c_2 = \sqrt{4 - 3 \left(\frac{n_y}{n_p} \right)^2} . \quad (\text{A.16})$$

(8) Осьову силу текучості n_y на одиницю ширини стінки з обшивкою визначають наступним чином:

(8) The yield axial force n_y per unit width of shell wall is found as follows:

$$n_y = n_{yq} + n_{yk} + n_{yp} , \quad (\text{A.17})$$

$$n_{yq} = 0,25Q_d + 0,125Q_i , \quad (\text{A.18})$$

$$n_{yk} = 0,20 \frac{M_m C}{r} , \quad (\text{A.19})$$

$$n_{yp} = pr , \quad (\text{A.20})$$

$$n_p = tf_y . \quad (\text{A.21})$$

(9) Момент текучості m_y на одиницю ширини листа визначають наступним чином:

(9) The yield moment m_y per unit width of plate is found as follows:

$$m_y = m_{yq} + m_{yk} + m_{yp} , \quad (\text{A.22})$$

$$m_{yk} = 0,071 M_m C \eta_0 , \quad (\text{A.23})$$

$$m_{yp} = -pra , \quad (\text{A.24})$$

$$m_{yq} = m_{yqd} + m_{yqi} , \quad (\text{A.25})$$

$$m_{yqd} = 0,25Q_d r \left(1 - 0,25 \left(\sin \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\beta}{2} \right) \right) \eta_0 , \quad (\text{A.26})$$

$$m_{yqi} = 0,25Q_i r \left(0,5 - 0,25 \sin \frac{\gamma}{2} \right) \eta_0 , \quad (\text{A.27})$$

$$\eta_0 = 1 + \frac{a}{r} , \quad (\text{A.28})$$

$$m_p = 0,25t^2fy . \quad (\text{A.29})$$

(10) Важливими є наступні формули:

(10) The following expressions are of value:

$$Q_{eq} = Q_i \frac{2 - \sin \frac{\gamma}{2}}{4 - \sin \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\beta}{2}} , \quad (\text{A.30})$$

$$M_e = \pi r^2 t f_y , \quad (\text{A.31})$$

$$m_e = \frac{1}{6} t^2 f_y . \quad (\text{A.32})$$

A.2.3 Діаграма момент-викривлення

(1) Пружну частину діаграми момент-викривлення, як на рисунку А.2, можна побудувати з застосуванням наступних формул.

A.2.3 Moment-curvature diagram

(1) The elastic part of the moment – curvature diagram, as in figure A.2, may be constructed with the following expressions.

$$M = E I_{red} C , \quad (\text{A.33})$$

де:

where:

EI_{red} – зменшена (внаслідок втрати круглої форми) жорсткість при згині труби:

EI_{red} is the reduced (due to ovalisation) bending stiffness of the pipe:

$$EI_{red} = E\pi r^3 t \left(1 - 1,5 \frac{a'}{r}\right), \quad (\text{A.34})$$

a' – втрата круглої форми при $C = C_e^*$.

a' is the ovalisation at $C = C_e^*$.

(2) Пружно-пластичну частину діаграми момент-викривлення, як на рисунку А.2, можна побудувати із застосуванням наступних формул.

(2) The elastic – plastic part of the moment – curvature diagram, as in figure A.2, may be constructed with the following expressions.

$$M = M_m 0,5 \left(\frac{\theta}{\sin \theta} + \cos \theta \right) \left(1 - 1,5 \frac{a'}{r} \right), \quad (\text{A.35})$$

$$C = 2 \frac{\varepsilon}{D}, \quad (\text{A.36})$$

$$\varepsilon_y = f_y / E, \quad (\text{A.37})$$

$$\mu = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_y}, \quad (\text{A.38})$$

$$\theta = \arcsin(1/\mu) \text{ при (with) } 0 < \theta \leq \pi/2 \text{ де (where) } \mu \geq 1, \quad (\text{A.39})$$

де:

where:

M – згинальний момент при викривленні C ;

M is the bending moment at curvature C ;

C – викривлення труби;

C is the curvature of the pipe;

θ – параметр, що залежить від максимальних деформацій при вигині в осьовому напрямку;

θ is a parameter depending on the maximum bending strains in axial direction;

ε – максимальна деформація при вигині в осьовому напрямку.

ε is the maximum bending strain in axial direction

Примітка. Пружна частина діаграми момент-викривлення закінчується при $\theta = \pi/2$. Згинальний момент і викривлення в даній точці визначають наступним чином (також див. рисунок А1 і А2):

NOTE: The elastic part of the moment-curvature diagram ends at $\theta = \pi/2$. The bending moment and curvature at this point are then given by (see also figure A1 and A2) :

$$M_e^* = \frac{\pi}{4} M_m, \quad (\text{A.40})$$

$$C_e^* = 2 \frac{\varepsilon_y M_m}{DM_p}. \quad (\text{A.41})$$

A.2.4 Обчислення втрати круглої форми

A.2.4 Calculation of the ovalisation

(1) При викривленнях, менших ніж C_e^* , втрату круглої форми і деформації в осьовому напрямку і напрямку вздовж окружності можна отримати шляхом застосування теорії пружності.

(1) At curvatures lower than C_e^* the ovalisation and strains in axial and circumferential direction can be obtained by applying the theory of elasticity.

(2) При викривленнях, більших ніж C_e^* , втрату круглої форми і деформації в осьовому напрямку і напрямку вздовж окружності отримують, враховуючи принцип відповідності нормальному закону розподілу для деформацій.

(2) At curvatures larger than C_e^* the ovalisation and strains in axial and circumferential direction should be obtained taking into account the normality principle for deformations.

Примітка. Вказівки можна отримати з "Розрахунку підземних трубопроводів з урахуванням пластичних деформацій", Греснігт А.М., HERON, том 31, № 4, 1986; та з інших публікацій, як встановлено в додатку С.

Примітка. У наступних пунктах наведено приблизний метод, також див. NEN 3650.

(3) Втрата круглої форми викликана головним чином тиском ґрунту, а також складовими вигину. Внутрішній тиск зменшує втрату круглої форми ("ефект відновлення початкової конфігурації").

(4) Втрата круглої форми a складається з пружної частини a_{el} і пластичної частини a_{pl} .

$$A = a_{el} + a_{pl} . \quad (A.42)$$

(5) Пружну частину a_{el} можна обчислити таким чином:

$$a_{el} = a_{qd-el} + a_{qi-el} + a_{c-el} ,$$

де:

$a_{qd,el}$ – втрата круглої форми, викликана безпосереднім тиском ґрунту, як встановлено на рисунках А.2 і А.3. Тиск ґрунту на верхню частину поперечного перерізу дорівнює допоміжному тиску ґрунту.

$a_{qi,el}$ – втрата круглої форми, спричинена непрямым тиском ґрунту, як встановлено на рисунках А.2 і А.3, наприклад, реакцією опор внаслідок нерівномірного осідання.

$a_{c,el}$ – втрата круглої форми, спричинена викривленням.

$$a_{qd,el} = 0,5k_{yd} \frac{Q_d r^3}{E I_w} \left(1 + \frac{3a}{r} \right) f_{rr} , \quad (A.43)$$

$$a_{qi,el} = 0,5k_{yi} \frac{Q_d r^3}{E I_w} \left(1 + \frac{3a}{r} \right) f_{rr} , \quad (A.44)$$

$$a_{c,el} = C^2 \frac{r^5}{d^2} \left(1 + \frac{3a}{r} \right) f_{rr} , \quad (A.45)$$

де:

k_{yd} – коефіцієнт відхилення, що залежить від схеми розподілу безпосереднього тиску ґрунту, деякі величини наведені в таблиці А.1. Також див. рисунок А.2;

k_{yi} – коефіцієнт відхилення, що залежить від схеми розподілу непрямого навантаження ґрунту, деякі величини наведені в таблиці А.1. Також див. рисунок А.2;

NOTE: Guidance can be obtained from: A.M. Gresnigt "Plastic Design of Buried Pipelines", ERON, Vol. 31, no.4, 1986, and from other publications as given in Annex C.

NOTE: In the next clauses an approximate method is given, see also NEN 3650.

(3) The ovalisation a is mainly caused by soil pressure, but also bending contributes. The internal pressure reduces ovalisation ("rerounding effect").

(4) The ovalisation a consists of an elastic part a_{el} and a plastic part a_{pl} .

(5) The elastic part a_{el} may be calculated as follows.

where:

$a_{qd,el}$ is the ovalisation caused by direct earth pressure as is indicated in Figures A.2 and A.3. The earth pressure on top of the cross section equals the supportive earth pressure.

$a_{qi,el}$ is the ovalisation caused by indirect earth pressure as indicated in Figures A.2 and A.3, e.g. support reactions due to uneven settlements.

$a_{c,el}$ is the ovalisation caused by curvature.

where:

k_{yd} is the deflection coefficient dependent on the loading pattern of the direct earth pressure, some values are given in table A.1. See also Figure A.2;

k_{yi} is the deflection coefficient dependent on the loading pattern of the indirect soil load, some values are given in table A.1. See also Figure A.2;

f_{rr} – коефіцієнт відновлення початкової конфігурації.

f_{rr} is a rerounding factor.

$$f_{rr} = \frac{p_{cr}}{p_{cr} + p}, \quad (\text{A.46})$$

p_{cr} – теоретична величина тиску сплющування.

p_{cr} is the theoretical value of the implosion pressure.

$$p_{cr} = \frac{3EI_w}{r^3}, \quad (\text{A.47})$$

EI_w – жорсткість при згині стінки труби на одиницю довжини (Нмм²/мм).

EI_w is the bending stiffness of the pipe wall per unit length (Nmm²/mm).

$$EI_w = \frac{Et^3}{12(1-\nu^2)}. \quad (\text{A.48})$$

C – викривлення.

C is the curvature.

$$C = \frac{M}{EI} = \frac{M}{E\pi r^3 d}. \quad (\text{A.49})$$

(6) Формули для втрати круглої форми a_{qd-el} і a_{qi-el} припустимо застосовувати до тих пір, поки максимальний згинальний момент в стінці труби в напрямку вздовж окружності m_{yq} дорівнює m_p . Формула для a_{c-el} дійсна для викривлень до C_e^* .

(6) The equations for the ovalisation a_{qd-el} and a_{qi-el} may be applied until the maximum bending moment in the pipe wall in circumferential direction m_{yq} equals m_p . The equation for a_{c-el} is valid for curvatures up to C_e^* .

(7) Якщо на поперечний переріз впливають безпосередній тиск ґрунту і непрямий тиск ґрунту, то максимальний згинальний момент впливає з

(7) If in the cross section both direct earth pressure and indirect earth pressure act, the maximum bending moment follows from

$$m_{yq} = k_{md} Q_{di} r \left(1 + \frac{a}{r}\right) f_{rr} + k_{mi} Q_{in} r \left(1 + \frac{a}{r}\right) f_{rr}. \quad (\text{A.50})$$

Таблиця А.1 – Коефіцієнти відхилення і моменту для безпосереднього та непрямого тиску ґрунту (також див. рисунок А.2)

Table A.1 – Deflection and moment coefficients for direct and indirect earth pressure (see also figure A.2)

Коефіцієнт відхилення k_{yi} і коефіцієнт моменту k_{md} для безпосереднього тиску ґрунту Deflection coefficient k_{yi} and moment coefficient k_{md} for direct earth pressure				Коефіцієнт відхилення k_{yi} і коефіцієнт моменту k_{md} для безпосереднього тиску ґрунту Deflection coefficient k_{yi} and moment coefficient k_{md} for direct earth pressure			
α (градуси) (degrees)	β (градуси) (degrees)	k_{yd}	k_{md}	α (градуси) (degrees)	β (градуси) (degrees)	k_{yd}	k_{md}
180	0	0.116	0.294	-	0	0.074	0.239
180	30	0.113	0.235	-	30	0.071	0.179
180	60	0.105	0.189	-	60	0.064	0.134
180	90	0.096	0.157	-	90	0.055	0.102
180	120	0.089	0.138	-	120	0.048	0.083
180	150	0.085	0.128	-	150	0.043	0.073
180	180	0.083	0.125	-	180	0.042	0.070
0	0	0.149	0.318				
30	30	0.143	0.257				
60	60	0.122	0.207				
90	90	0.110	0.169				
120	120	0.096	0.143				
150	150	0.086	0.129				

(8) Пластичну частину a_{pl} можна обчислити таким чином:

(8) The plastic part a_{pl} may be calculated as follows.

$$a_{pl} = (a_{qd-pl} + a_{qi-pl} + a_{c-pl}) \left(1 + \frac{3a}{r} \right), \quad (A.51)$$

де:

where:

a_{qd-pl} – пластична частина втрати круглої форми, викликана безпосереднім навантаженням ґрунту, включаючи відновлення первісної конфігурації;

a_{qd-pl} is the plastic part of the ovalisation caused by direct soil load including rerounding.

a_{qi-pl} – пластична частина втрати круглої форми, спричинена непрямым навантаженням ґрунту, включаючи відновлення первісної конфігурації;

a_{qi-pl} is the plastic part of the ovalisation caused by indirect soil load including rerounding.

a_{c-pl} – пластична частина втрати круглої форми, спричинена наданим викривленням, включаючи відновлення первісної конфігурації.

a_{c-pl} is the plastic part of the ovalisation caused by the applied curvature including rerounding.

(9) У більшості випадків навантаження ґрунту будуть такими, що результуючі напруження будуть нижче напруження текучості, так, що a_{qd-pl} та a_{qi-pl} дорівнюють нулю. В іншому випадку необхідний пластичний статичний аналіз для визначення a_{qd-pl} та a_{qi-pl} .

(9) In most cases the earth loads will be such that the resulting stresses are below the yield stress, so that a_{qd-pl} and a_{qi-pl} are zero. If not, then a plastic cross sectional calculation is needed to determine a_{qd-pl} and a_{qi-pl} .

Примітка. Вказівки можна отримати з "Розрахунку підземних трубопроводів з урахуванням пластичних деформацій", Греснігт А.М., HERON, том 31, № 4, 1986, NEN3650, і з інших публікацій, як вказано у додатку С.

(10) Для a_{c-pl} припустимо застосовувати наступну наближену формулу.

$$a_{c-pl} = -2 \frac{r^3}{t} \psi (C - C_e^*), \quad (A.52)$$

де:

where:

$$\psi = 1 - \left(\frac{0,5c_2}{g} \right)^2. \quad (A.53)$$

Примітка: Оскільки c_2 та g залежать від викривлення і втрати круглої форми, то необхідна ітераційна процедура.

A.2.5 Обчислення деформацій

(1) Максимальну деформацію в поздовжньому напрямку можна обчислити за

$$\varepsilon_X = \varepsilon_{XC} + \varepsilon_{XN}, \quad (A.54)$$

де:

where:

$$\varepsilon_{XC} = \pm Cr, \quad (A.55)$$

$$\varepsilon_{XN} = \frac{N}{AE}, \quad (A.56)$$

A – площа поперечного перерізу.

A is the cross sectional area.

(2) Максимальну деформацію ε_{y-max} в напрямку вздовж окружності можна обчислити з наступного наближеного методу

(2) The maximum strain ε_{y-max} in circumferential direction may be estimated from the following approximate method

$$\varepsilon_{y-max} = \varepsilon_{y-el} + \varepsilon_{y-pl}. \quad (A.57)$$

(3) Для пружної частини $\varepsilon_{y-el} \leq \varepsilon_{yield} = f_y / E$

For the elastic part $\varepsilon_{y-el} \leq \varepsilon_{yield} = f_y / E$:

$$\varepsilon_{y-max} = \varepsilon_{y-el} = \pm \frac{k_{md}}{k_{yd}} \frac{t}{r^2} a + \frac{k_{mi}}{k_{yi}} \frac{t}{r^2} a + \frac{pr}{Et}. \quad (A.58)$$

Примітка: Втрату круглої форми при ε_{yield} називають a_{yield} .

NOTE: The ovalisation at ε_{yield} is called a_{yield} .

(4) Для пластичної частини

(4) For the plastic part

$$\varepsilon_{y-pl} = \pm \left(\frac{a}{a_{yield}} \right) \varepsilon_{yield} + \frac{pr}{Et}. \quad (A.59)$$

A.3 Аналіз вигинів

(1) Посилаються на відповідні стандарти, на які наведено посилання, і на:

A.3 Analysis for bends

(1) Reference is made to relevant reference standards and to:

- Греснайт А.М. "Розрахунок підземних трубопроводів з урахуванням пластичних деформацій", HERON, том 31, № 4, 1986;
- Інші публікації, як встановлено в додатку С.
- A.M. Gresnigt "Plastic Design of Buried Pipelines", HERON, Vol. 31, no.4, 1986;
- Other publications as given in Annex C.

**БІБЛІОГРАФІЯ ДО НАЦІОНАЛЬНИХ
СТАНДАРТІВ ТА ВКАЗІВОК З
ПРОЕКТУВАННЯ**

BS 8010 (1989-1993) Практичний посібник для трубопроводів. Британський інститут стандартів.

Частина 1: Трубопроводи наземні: загальні положення.

Частина 2: Трубопроводи наземні: проектування, спорудження та встановлення.

Частина 3: Трубопроводи підводні: проектування, спорудження та встановлення.

Частина 4: Трубопроводи наземні і підводні: технічне обслуговування і експлуатація.

Греснайт А.М. (1986) "Розрахунок трубопроводів з урахуванням пластичних деформацій в областях осідання", HERON, том 31, № 4, Технологічний університет м. Дельфт.

NEN 3650 (2003) "Вимоги до системи сталевих трубопроводів", Інститут стандартизації Нідерландів (Нідерландський інститут стандартизації), Дельфт (голландською мовою; за запитом надається неофіційний переклад).

BS 7910 (1999) "Посібник з методів оцінки прийнятності дефектів в металевих конструкціях, з поправками за жовтень 2000", Британський інститут стандартів.

API-5L: Технічні умови для трубопроводу.

API-5LX: Технічні умови для трубопроводу, який відповідає високим вимогам.

API-5LS: Технічні умови для спіральньо-шовного зварного трубопроводу.

API-1104: Технічні умови для зварювання трубопроводів при монтажі.

API-1105: Практичні рекомендації із спорудження сталевих трубопроводів.

**BIBLIOGRAPHY TO NATIONAL
STANDARDS AND DESIGN GUIDES**

BS 8010 (1989-1993) Code of practice for pipelines. British Standards Institution.

Part 1: Pipelines on land: general.

Part 2: Pipelines on land: design, construction and installation.

Part 3: Pipelines subsea: design, construction and installation.

Part 4: Pipelines on land and subsea: operation and maintenance.

Gresnigt, A.M. (1986) "Plastic design of buried steel pipelines in settlement areas," HERON, Vol 31, no 4, Delft University of Technology.

NEN 3650 (2003) "Requirements for steel pipeline transportation systems", Nederlands Normalisatie Instituut (Dutch Standards Institute), Delft (in Dutch; an unofficial translation will be available on request).

BS 7910 (1999) "Guide on methods for assessing the acceptability of flaws in metallic structures, with amendments of October 2000", British Standards Institution.

API-5L: Specification for Line Pipe.

API-5LX: Specification for high – test Line Pipe.

API-5LS: Specification for spiral welded Line Pipe.

API-1104: Specification for Field Welding of Pipelines.

API-1105: Recommended Practice on Construction of steel Pipelines.

БІБЛІОГРАФІЯ

**C.1 Загальна бібліографія по
трубопроводах**

Чен С.Л., Лі С.Ф. (1994) "Вивчення нелінійної втрати стійкості в тонкостінних елементах з довільно обраним вихідним дефектом", Тонкостінні конструкції, Elsevier Science Limited, том 19, С. 253-268.

Корона Е. І, Куріакідес С. (1988) "Сплющування трубопроводів при поєднанні тиску при вигині і зовнішнього тиску", BOSS, Тронхейм, С. 953-964.

Фіндлей Г.Е., Спенс Й. (1979) "Аналіз напруження гладких вигнутих труб з фланцевими обмеженнями на кінцях", Міжнародний журнал посудин під тиском і трубопроводів, том 7, С. 83-103.

Фоекен Р.Й. ван, Греснайт А.М., (1998). "Поздовжній вигин і сплющування сталевих труб, виготовлених процесом UOE". Offshore and Onshore Supervisory Committee of PRC International, PR – 238-9423, Арлінгтон, США

Гарвуд С. Й., Віллоубі А.А, Рітєнс П., (1981) "Застосування методів CTOD для оцінки безпеки в пластичних сталях трубопроводу", Конференція з підтвердження відповідності цілям зварних конструкцій, листопад, 1981, Лондон.

Греснайт А.М., (1989). "Граничне напруження і здатність трубопроводів до деформації", Восьма міжнародна конференція з шельфових та арктичних технологій, Гаага, березень 19-23, С. 183-191.

Греснайт А.М., Фоекен Р.Й. ван, (1990). "Міцність і здатність до деформації трубопроводів, що несуть місцеві навантаження і вигин", Конференція з питань технологій трубопроводів, Остенде, Бельгія, жовтень 1990.

Греснайт А.М., Фоекен Р.Й. ван, (1995). "Міцність і здатність до деформації вигинів в трубопроводах", Міжнародний журнал із шельфових та полярних технологій праці, том 5, номер 4, грудень 1995, С. 294-307.

Греснайт А.М., Ван Фоекен Р.Й. (1996). "Дослідження з розрахунком за граничним станом, заснованим на напруженні, в Нідерландах",

BIBLIOGRAPHY

C.1 General bibliography on pipelines

Chen, S.L., Li, S.F. (1994) "Study on the nonlinear buckling in thin – walled members with arbitrary initial imperfection", Thin walled structures, Elsevier Science Limited, Vol. 19, pp 253-268.

Corona, E. And Kyriakides, S. (1988) "Collapse of pipelines under combined bending and external pressure", BOSS, Trondheim, pp 953-964.

Findlay, G.E., and Spence, J. (1979) "Stress analysis of smooth curved tubes with flanged end constraints", International Journal of Pressure Vessels and Piping, Vol. 7, 83-103.

PR-238-9423, Арлінгтон, США. Foeken, R.J. van, Gresnigt A.M., (1998). "Buckling and Collapse of UOE manufactured steel pipes". Offshore and Onshore Supervisory Committee of PRC International, PR – 238-9423, Arlington, USA.

Garwood, S.J., Willoughby, A.A., Rietjens, P., (1981) "The application of CTOD methods for safety assessment in ductile pipeline steels", Conference on Fitness for Purpose Validation of Welded Constructions, November, 1981, London.

Gresnigt, A.M., (1989). "Ultimate strength and deformation capacity of pipelines", Eighth International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering, The Hague, March 19-23, pp 183-191.

Gresnigt, A.M., Foeken, R.J. van (1990). "Strength and deformation capacity of pipelines loaded by local loads and bending", Pipeline Technology Conference, Oostende, Belgium, October 1990.

Gresnigt, A.M., Foeken, R.J. van (1995). "Strength and deformation capacity of bends in pipelines", International Journal of Offshore and Polar Engineering (Transactions of The ISOPE), Vol. 5, number 4, December 1995, pp. 294-307.

Gresnigt, A.M., Van Foeken, R.J. (1996). "Experiences with Strain Based Limit State Design in The Netherlands", Proceedings ASPECT '96.

- Праці ASPECT 96. Досягнення в сфері техніки і технологій підводних трубопроводів, Абердин, 27-28 листопада 1996, С. 111-134.
- Греснайт А.М., Фоекен Р.Й. ван, Чен С. (2000). "Сплющування сталевих труб, виготовлених процесом УОЕ". Праці Десятої міжнародної конференції з шельфових і полярних технологій (ISOPE). Сіетл. Том II, С.170-181.
- Греснайт А.М., Фоекен Р.Й. ван (2001). "Місцевий поздовжній вигин труб, виготовлених процесом УОЕ, і безшовних сталевих труб". Праці Одинадцятій міжнародній конференції з шельфових і полярних технологій (ISOPE). Ставангер, том II, стор.131-142.
- Греснайт А.М. (2002). "Розрахунок за напруженням, що допускається і з урахуванням пластичних деформацій вигинів під кутом 45 градусів". Праці Дванадцятій міжнародній конференції з шельфових і полярних технологій (ISOPE). Кітакюсю, Японія.
- Гуйт В., Врувенвелдер, АСWM, Греснайт А.М., Дійкстра Г.Й. (2004). "Концепція безпеки в новому голландському стандарті на трубопровід NEN 3650". Праці Чотирнадцятій міжнародній конференції з шельфових і полярних технологій (ISOPE), Тулон, Франція.
- Кафка П.Г. і Дан М.Б. (1956) "Жорсткість вигнутих труб круглого перерізу з внутрішнім тиском", Праці ASME, том 78, С. 247-254.
- Карман Т. фон (1911) "Про деформації тонкостінних труб, зокрема пружинних компенсаційних труб", Журнал об'єднання німецьких інженерів, том 55, № 45, С. 1889-1895.
- Караманос С.П., Тасулас Й.Л. (1991) "Стійкість жорстких труб під впливом зовнішнього тиску і вигину", Журнал інженерної механіки, том 17, № 12, С. 2845-2861.
- Караманос С.А., Гіакуматос Е., Греснайт А.М. (2003). "Нелінійна реакція і пошкодження сталевих колін при вигині в площині і тиску". Журнал ASME технології резервуарів під тиском. Том 125, листопад 2003.
- Караманос С.А., Цувалас Д., Греснайт А.М. (2005). "Руйнівне напруження і поздовжній вигин знаходяться під тиском сталевих колін під кутом 90 градусів". Журнал ASME технології резервуарів під тиском. Том 127, 2005.
- Корол Р.М., (1979). "Критичні деформації поздовжнього вигину труб з круглим перерізом при згині", Міжнародний журнал механіки, том 21, С. 719-730.
- Advances in Subsea Pipeline Engineering and Technology, Aberdeen, 27-28 November 1996, pp. 111-134.
- Gresnigt, A.M., Foeken, R.J. van, Chen, S. (2000). "Collapse of UOE Manufactured Steel Pipes". Proceedings of the Tenth International Offshore and Polar Engineering Conference (ISOPE). Seattle. Vol. II. Pp. 170-181.
- Gresnigt, A.M., Foeken, R.J. van (2001). "Local Buckling of UOE and Seamless Steel Pipes". Proceedings of the Eleventh International Offshore and Polar Engineering Conference (ISOPE). Stavanger, Vol. II. Pp. 131-142.
- Gresnigt, A.M. (2002). "Elastic and Plastic Design of Mitred Bends". Proceedings of the Twelfth International Offshore and Polar Engineering Conference (ISOPE). Kitakyushu, Japan.
- Guijt, W., Vrouwenvelder, A.C.W.M., Gresnigt, A.M., Dijkstra, G.J. (2004). "Safety Concept in the New Dutch Pipeline Standard NEN 3650". Proceedings of the Fourteenth International Offshore and Polar Engineering Conference (ISOPE), Toulon, France.
- Kafka, P.G. and Dunn, M.B. (1956) "Stiffness of curved circular tubes with internal pressure", Transactions of the ASME, Vol. 78, 247-254.
- Karman, Th. Von (1911) "Über die Formänderung dünnwandiger Rohre, insbesondere federnder Ausgleichrohre", Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 55, No.45, 1889-1895.
- Karamanos S.P. and Tassoulas J.L. (1991) "Stability of inelastic tubes under external pressure and bending", Journal of engineering mechanics, Vol. 17, No 12, 2845-2861.
- Karamanos, S.A., Giakoumatos E., Gresnigt A.M. (2003). "Nonlinear Response and Failure of Steel Elbows under in – Plane Bending and Pressure". ASME Journal of Pressure Vessel Technology. Vol. 125, November 2003.
- Karamanos, S.A., Tsouvalas, D., Gresnigt, A.M. (2005). "Ultimate Bending Capacity and Buckling of Pressurized 90 Deg Steel Elbows". ASME Journal of Pressure Vessel Technology. Vol. 127, 2005.
- Korol, R.M., (1979). "Critical buckling strains of round tubes in flexure", International Journal of Mechanical Science, Vol. 21, pp. 719-730.

- Куриакідес С., Корона Е. (1991) "Про вплив процесу виробництва UOE на тиск зминання довгих труб", Конференція з шельфових технологій, OTC 6758.
- Мерфі С., Лангер С., (1985). "Граничне напруження труби при згині, сплющування і втоми", Праці Четвертої міжнародної конференції з механіки шельфових споруд та арктичних технологій (ОМАЕ), Даллас, лютий 1985.
- Родабау Е.К., і Джордж Х.Х. (1957) "Вплив внутрішнього тиску на коефіцієнти гнучкості і концентрації напружень зігнутої труби або зварних колін", Праці ASME, том 79.
- Шаап Д., Ван Фокен Р.Й., Де Вінтер П.Е. (1988) "Здатність до деформації сталевих трубних виробів, підданих внутрішньому або зовнішньому тиску", BOSS, Трондхейм, С. 1271-1283.
- Спікхут Й., (1988) "Оцінка відповідності дефектів при зварюванні – Застосування різних норм механіки руйнування", Журнал зварювальних робіт, вересень 1988.
- Томсон Г., Спенс Й. (1983) "Максимальні коефіцієнти напруження і гнучкості гладких вигинів труби з тангенціальними кінцевими муфтами труби при згині в площині", Журнал технології резервуарів під тиском. Том 105, С. 329-335.
- Вігніс І. (1943) "Пружні властивості вигнутих труб", Праці ASME, С. 105-120.
- Вокер А.К., Вільямс К.А.І., (1996). "Безпечне застосування критеріїв, заснованих на деформації, для проектування і оцінки підводних трубопроводів", Праці з питань шельфових технологій трубопроводів (OPT 96-IBC Technical Services LTD London), Амстердам, лютий 15-16, 1996.
- Вотхет Й.Ф. (1986) Аналіз вигину труби за допомогою теорії тонкостінної оболонки, Журнал прикладної механіки, том 53, С. 153-180.
- Йосеф-Годсі Н., Кулак Г.Л., Мюррей Д.В., (1995), "Деякі результати випробування місцевого поздовжнього вигину трубопроводу, звареного кільцевим швом", Праці Чотирнадцятої міжнародної конференції з шельфових і арктичних технологій (ОМАЕ), том V – Технологія трубопроводу, Копенгаген, червень 18-22, 1995, С. 379-388.
- Kyriakides, S., Corona, E. (1991) "On the effect of the UOE manufacturing process on the collapse pressure of long tubes", Offshore Technology Conference, OTC 6758.
- Murphy, C., Langner, C., (1985). "Ultimate pipe strength under bending, collapse and fatigue", Proceedings of the 4th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering (OMAЕ), Dallas, February 1985.
- Rodabaugh, E.C., and George H.H. (1957) "Effect of internal pressure on flexibility and stress intensification factors of curved pipe or welding elbows", Transactions of the ASME, Vol. 79.
- Schaap, D., Van Foeken, R.J. and De Winter, P.E. (1988) "Deformation capacity of steel tubulars subjected to internal or external pressure", BOSS, Trondheim, pp. 1271-1283.
- Spiekhout, J., (1988) "Fitness – for – Purpose Assessment of Weld Flaws – Application of Various Fracture Mechanics Codes", Welding Journal, September 1988.
- Thomson, G., and Spence, J. (1983) "Maximum stresses and flexibility factors of smooth pipe bends with tangent pipe terminations under in – plane bending", Journal of Pressure Vessel Technology, Vol. 105, 329-335.
- Vigness, I. (1943) "Elastic properties of curved tubes", Transactions of the ASME, 105-120.
- Walker A.C., Williams, K.A.J., (1996). "The safe use of strain based criteria for the design and assessment of offshore pipelines", Proceedings Offshore Pipeline Technology (OPT '96 – IBC Technical Services LTD London), Amsterdam, February 15-16, 1996.
- Whatham, J.F. (1986) Pipe bend analysis by thin shell theory, Journal of applied mechanics, Vol. 53, 153-180.
- Yoosef – Ghodsi, N., Kulak, G.L., Murray, D.W., (1995)"Some test results for wrinkling of girth welded line pipe", Proceedings of the 14th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering (OMAЕ), Vol. V – Pipeline Technology, Copenhagen, June 18-22, 1995, pp. 379-388.

Ціммерман Т.Й.Е., Стефенс М.Й., Де Гір Д.Д., Чен К., (1995), "Межі деформації на стиск для підземних трубопроводів", Праці Чотирнадцятої міжнародної конференції з питань шельфової механіки та арктичних технологій (ОМАЕ), том V – Технологія трубопроводу, Копенгаген, червень 18-22, 1995, С. 365-378.

С.2 Бібліографія з геотехніки

ASCE, (1984) "Керівництво з проектування нафтопроводів і газопроводів з урахуванням сейсмічних дій ", Американське об'єднання інженерів-будівельників, Нью-Йорк.

Одіберт, Найман, (1977) "Обмеження ґрунту проти горизонтального руху труб", Журнал геотехнічного інженерного відділу, ASCE, том 103 № GT10, жовтень 1977.

Брінч Хансен Й. (1961) "Границя міцності нерухомих паль за дії поперечних сил", Данський геотехнічний інститут, Зведення № 12, Копенгаген.

Брінч Хансен Й. (1970) "Переглянута і розширена формула несучої здатності", Данський геотехнічний інститут, Зведення № 28, Копенгаген, С. 5-11.

Кларк, (1967) "Підземні трубопроводи", McLaren and Sons, Лондон.

Хергарден Х.Й.А.М., Рол А.Х. (1984) "Поведінка трубопроводу, прокладеного крізь глину, проведення випробувань у Кестерені 1984" (датською мовою), Delft Geotechnics, Протокол CO-272040/75.

Хергарден Х.Й.А.М. (1992) "Деякі геотехнічні особливості будівництва трубопроводів" (датською мовою), Delft Geotechnics, Протокол CO-322680/7, березень 1992.

Матьяс Девіс (1983) "Прогнозування вертикальних навантажень від ґрунту на жорсткі труби", Журнал геотехнічного інженерного відділу, ASCE, том 109 № 2, лютий 1983.

Спанглер, М.Г. (1951) "Механіка ґрунтів", International Textbook Company, Скрантон.

Терзагі, К. (1944) "Теоретична механіка ґрунтів", 2-ге видання 1944, С.194-202.

Терзагі, К. (1966) "Основи механіки ґрунтів", John Wiley and Sons, Нью-Йорк.

Zimmerman, T.J.E., Stephens, M.J., DeGeer, D.D., Chen, Q., (1995) "Compressive strain limits for buried pipelines", Proceedings of the 14th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering (OMAЕ), Vol. V – Pipeline Technology, Copenhagen, June 18-22, 1995, pp. 365-378.

С.2 Bibliography on geotechnical engineering

ASCE, (1984) "Guidelines for the seismic design of oil and gas pipelines", American Society of Civil Engineers, New York.

Audibert, Nymann, (1977) "Soil restraint against horizontal motion of pipes", Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 103, no. GT10, October 1977.

Brinch Hansen, J. (1961) "The ultimate resistance of rigid piles against transversal forces", Danish Geotechnical Institute, Bulletin 12, Copenhagen.

Brinch Hansen, J. (1970) "A revised and extended formula for bearing capacity", Danish Geotechnical Institute, Bulletin No. 28, Copenhagen, pp. 5-11.

Clarke, (1967) "Buried pipelines", McLaren and Sons, London.

Hergarden, H.J.A.M., Rol, A.H. (1984) "Gron-donderzoek gedrag buisleiding in klei – onderzoek uitgevoerd te Kesteren in 1984 – Behaviour of pipeline in clay – tests carried out in Kester EN 1984" (in Dutch), Delft Geotechnics, report CO-272040/75.

Hergarden, H.J.A.M. (1992) "Enkele geotechnische aspecten bij de aanleg van leidingen – Some geotechnical aspects of pipeline construction" (in Dutch), Delft Geotechnics, Report CO-322680/7, March 1992.

Matyas, Davis (1983) "Prediction of the vertical earth loads on rigid pipes", Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 109, No. 2, February 1983.

Spangler, M.G. (1951) "Soil Engineering", International Textbook Company, Scranton.

Terzaghi, K. (1944) "Theoretical soil mechanics", 2nd edition 1944, page 194-202.

Terzaghi, K. (1966) "Fundamentals of soil mechanics", John Wiley and Sons, New York.

Томас, (1978) "Дослідження обмеження горизонтального руху труб ґрунтом", Журнал геотехнічного інженерного відділу, ASCE, том 104 № GT9, вересень 1978.

Траутман, О'Рурк, (1985) "Поперечна сила – реакція у підземній трубі", Журнал геотехніки, том 111 № 9, вересень 1985.

Вінтеркорн Х.Ф., Хсай-Янг, (1975) "Керівництво з будівництва фундаментів", Van Nostrand Reinhold, Нью-Йорк, Лондон.

Thomas, (1978) "Discussion of soil restraint against horizontal motion of pipes", Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 104, No. GT9, September 1978.

Trautmann, O'Rourke, (1985) "Lateral force – displacement response of buried pipe", Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 111, No 9, September 1985.

Winterkorn, H.F. and Hsai – Yang, (1975) "Foundation Engineering Handbook", Van Nostrand Reinhold, New York, London.

ДОДАТОК НА
(довідковий)

**ПЕРЕЛІК НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ УКРАЇНИ (ДСТУ),
ІДЕНТИЧНИХ МС, ПОСИЛАННЯ НА ЯКІ Є В EN 1993-4-3:2007**

Позначка та назва європейського стандарту	Ступінь відповідності	Позначка та назва національного стандарту України (ДСТУ)
EN 1990 Eurocode – Basis of structural design	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1990:2008 Єврокод. Основи проектування конструкцій (EN 1990:2002, IDT)
EN 1993-1-1 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1:2010 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1993-1-1:2005, IDT)
EN 1993-1-3 Eurocode 3: Design of steel structures -Part 1-3: General rules – Supplementary rules for cold-formed members and sheeting	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-3:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-3. Загальні правила. Додаткові правила для холодноформованих елементів і профільованих листів (EN 1993-1-2:2006, IDT)
EN 1993-1-6 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-6: Strength and Stability of Shell Structures	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-6:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-6. Міцність та стійкість оболонок (EN 1993-1-6:2007, IDT)
EN 1993-1-7 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-7: Plated structures subject to out of plane loading	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-7:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-7. Пластинчасті конструкції при навантаженні поза межами площини (EN 1993-1-7:2007, IDT)
EN 1993-1-8 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-8: Calculation of joints	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-8:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-8. Проектування з'єднань (EN 1993-1-8:2005, IDT)
EN 1993-1-9 Design of steel structures – Part 1-9: Fatigue	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-9:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-9. Витривалість (EN 1993-1-9:2005, IDT)
EN 1993-1-10 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-10: Material toughness and through-thickness properties	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-10:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-10. Властивості тріщиностійкості і міцності матеріалу у напрямі товщини прокату (EN 1993-1-10:2005, IDT)
EN 1993-1-12 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-12: Additional rules for the extension of EN 1993 up to steel grades S 700	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-12:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-12. Додаткові правила до EN 1993 для сталей класів не вище S700 (EN 1993-1-12:2007, IDT)
EN 1993-4-1 Eurocode 3 – Design of steel structures – Part 4-1: Silos	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1993-4-1:2012 Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-4: Силоси (EN 1993-4-1:2007, IDT)
EN 1993-4-2 Eurocode 3 Design of steel structures Part 4-2:Tanks	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1993-4-2:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 4-2. Резервуари (EN 1993-4-2:2007, IDT)

Кінець додатка НА

Познака та назва європейського стандарту	Ступінь відповідності	Познака та назва національного стандарту України (ДСТУ)
EN 1997-1 Eurocode 7: Geotechnical design – Part 1: General rules	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1997-1:2011 "Єврокод 7. Геотехнічне проектування. Частина 1. Загальні правила (EN 1997-1:2004, IDT)
EN 1998-4 Eurocode 8: Desing of structures for earthquake resistance – Part 4: Silos, tanks and pipelines	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1998-4:2012 "Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 4. Силосні башти, резервуари та трубопроводи (EN 1998-4:2006, IDT)

(Український переклад англomовної версії)

**Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій.
Частина 4-3. Трубопроводи**

Ця поправка вступає у силу з 1 липня 2009 року і вноситься у три офіційні мовні версії EN.

ЄВРОПЕЙСЬКИЙ КОМІТЕТ ІЗ СТАНДАРТИЗАЦІЇ

Центр Управління: Авеню Марні 17, В-1000 Брюссель

English Version

**Eurocode 3 – Design of steel structures –
Part 4-3: Pipelines**

Eurocode 3 – Calcul des structures en acier -
Partie 4-3: Canalisations

Eurocode 3 – Bemessung und Konstruktion
von Stahlbauten – Teil 4-3: Rohrleitungen

This corrigendum becomes effective on 1 July 2009 for incorporation in the three official language versions of the EN.

Ce corrigendum prendra effet le 1 juillet 2009 incorporation dans les a 6e versions linguistiques officielles de la EN.

Die Berichtigung tritt am 1.Juli 2009 zur Einarbeitung in die drei offiziellen Sprachfassungen der EN in Kraft.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

1) Зміни до "Національного додатка до EN 1993-4-3"

Пункт "(2)", список, замінити "3.2 (2)P, (3), (4)" на "3.2 (1)P, (2)P, (3), (4)".

2) Зміни до 1.1

Пункт "2", між рядками, які відносяться до "EN 805: 2000" та "EN 1295: 1997", додати:

"– EN 1011, Рекомендації для електродугового зварювання сталей

– EN 1090-2, Виконання сталевих та алюмінієвих конструкцій – Технічні вимоги для сталевих конструкцій"

Пункт "2", між рядками, які відносяться до "EN 1594:2000" та "EN 12007:2000", додати:

"– EN 10208, сталеві труби для трубопроводів для горючих речовин (1993):

Частина 1: Труби за вимогами класу А;

Частина 2: Труби за вимогами класу В".

Пункт "2", між рядками, які відносяться до "EN 12732:2000" та "EN 13941:2003", додати:

"– EN 13445, Серії посудин, що працюють під тиском, без вогневого підведення теплоти".

3) Зміни до 1.2

Видалити пункти, які стосуються наступних нормативних посилань: "EN 805", "EN 1011", "EN 1295", "EN 10208", "EN 12007", "EN 13445", "EN 13480", "EN 13941" та "EN 14161".

4) Зміни до 3.4

Пункт "(3)", рівняння "(3.1)", замінити "(3.1)" на "(3.3)".

5) Зміни до 5.1.1

Пункт "(2)", перша "Примітка", замінити "Примітка" на "Примітка 1".

Пункт "(2)", друга "Примітка", замінити "Примітка" на "Примітка 2".

Пункт "(11)" та "Примітка", усюди замінити "T1" на "T₁"; також усюди замінити "T2" на "T₂".

Пункт "(12)" та "Примітка", замінити "D1" на "D₁"; після цього замінити "D2" на "D₂"; потім замінити "T3" на "T₃".

1) Modification to "National Annex for EN 1993-4-3"

2nd paragraph, list, replace "3.2 (2)P, (3), (4)" with "3.2 (1)P, (2)P, (3), (4)".

2) Modifications to 1.1

Paragraph "(2)", between the lines dedicated to "EN 805: 2000" and "EN 1295: 1997", add:

"– EN 1011, Recommendations for arc welding of steels;

– EN 1090-2, Execution of steel structures and aluminium structures – Technical requirements for steel structures;"

Paragraph "(2)", between the lines dedicated to "EN 1594:2000" and "EN 12007:2000", add:

"– EN 10208, Steel pipes for pipelines for combustible fluids (1993):

Part 1: Pipes of requirement class A;

Part 2: Pipes of requirement class B;"

Paragraph "(2)", between the lines dedicated to "EN 12732:2000" and "EN 13941:2003", add:

"– EN 13445, Unfired pressure vessels series;"

3) Modification to 1.2

Delete the whole entries dedicated to the following normative references: "EN 805", "EN 1011", "EN 1295", "EN 10208", "EN 12007", "EN 13445", "EN 13480", "EN 13941" and "EN 14161".

4) Modification to 3.4

Paragraph "(3)", Equation "(3.1)", replace "(3.1)" with "(3.3)".

5) Modifications to 5.1.1

Paragraph "(2)", 1st "NOTE", replace the word "NOTE" with "NOTE 1".

Paragraph "(2)", 2nd "NOTE", replace the word "NOTE" with "NOTE 2".

Paragraph "(11)" and "NOTE", replace all the occurrences of "T1" with "T₁"; then replace all the occurrences of "T2" with "T₂".

Paragraph "(12)" and "NOTE", replace "D1" with "D₁"; then replace "D2" with "D₂"; and then replace "T3" with "T₃".

Пункт "(12)", замінити "між температурою при монтажі і максимальною або мінімальною температурою не повинна перевищувати" на "між температурою монтажу і максимальною або мінімальною робочою температурою трубопроводу не повинна перевищувати".

Пункт "(13)" та "Примітка", замінити "D2" на "D₂".

6) Зміни до додатка В

Замінити наступний пункт:

"NEN 3650 (2003) "Вимоги до транспортувальної системи сталевих трубопроводів", Інститут стандартизації Нідерландів (Нідерландський інститут стандартизації), Дельфт (голландською мовою; за запитом надається неофіційний переклад)."

таким пунктом:

"NEN 3650 (2003-2006) "Вимоги до систем трубопроводів"

Частина 1. Загальні відомості (NEN 3650-1: 2003+A1:2006)

Частина 2. Сталь (NEN 3650-2: 2003+A1:2006)

Видано NEN (доступно голландською та англійською мовами".

Paragraph "(12)", replace "the installation temperature and the maximum or minimum temperature should not exceed" with "the installation temperature and the maximum or minimum service temperature of the pipeline should not exceed".

Paragraph "(13)" and "NOTE", replace "D2" with "D₂".

6) Modification to Annex B

Replace the following paragraph:

"NEN 3650 (2003) "Requirements for steel pipeline transportation systems", Nederlands Normalisatie Instituut (Dutch Standards Institute), Delft (in Dutch; an unofficial translation will be available on request)."

With the following one:

"NEN 3650 (2003-2006) "Requirements for pipeline systems"

Part 1: General (NEN 3650-1: 2003+A1:2006)

Part 2: Steel (NEN 3650-2: 2003+A1:2006)

Issued by NEN (available in Dutch and in English language)."

Код УКУД : 91.010.30

Ключові слова: граничні стани, матеріали, міцність, стійкість, сталеві конструкції, ударна в'язкість, довговічність, трубопровід, опір, деформація.

Редактор – А.О. Луковська
Комп'ютерна верстка – І.С. Дмитрук

Формат 60x84¹/₈. Папір офсетний. Гарнітура "Arial".
Друк офсетний.

Державне підприємство "Укрархбудінформ".
вул. М. Кривоноса, 2А, м. Київ-37, 03037, Україна.
Тел. 249-36-62
Відділ реалізації: тел.факс (044) 249-36-62 (63, 64)
E-mail: uabi90@ukr.net

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців
ДК № 690 від 27.11.2001 р.



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**ЄВРОКОД 3. ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ
КОНСТРУКЦІЙ**

**Частина 4-3. Трубопроводи
(EN 1993-4-3:2007, IDT)**

**ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012
Зміна № 1**

Київ
Мінрегіон України
2014

**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, 2014

Видавець нормативних документів у галузі будівництва
і промисловості будівельних матеріалів Мінрегіону Україн
Державне підприємство "Укрархбудінформ"

Сторінка 1
Сторінок 15

ЄВРОКОД 3. ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ
Частина 4-3. Трубопроводи
(EN 1993-4-3:2007, IDT)

- 1 РОЗРОБЛЕНО: ДІ "Український державний науково-дослідний і проектно-вишукувальний інститут "УкрНДІводоканалпроект"
- РОЗРОБНИКИ: **О. Оглобля**, д-р. техн.наук (науковий керівник); **О. Буланий**;
О. Кордун; **О. Погіба**; **Є. Тищенко**; **Н. Борисенко**
- 2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Мінрегіону України від 27.12.2013 р. № 627, чинна з 2014-07-01
- 3 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

ТЕКСТ ЗМІНИ

1 Національний вступ доповнити положеннями наступного змісту:

"Для забезпечення гармонізації нормативної бази України з нормативною базою Європейського Союзу встановлюється період одночасної дії будівельних норм, розроблених на основі національних технологічних традицій, та будівельних норм, гармонізованих з нормативними документами Європейського Союзу (або інших будівельних норм, кодів). Порядок застосування визначається Постановою Кабінету Міністрів України від 23.05.2011 № 547 "Про затвердження Порядку застосування будівельних норм, розроблених на основі національних технологічних традицій, та будівельних норм, гармонізованих з нормативними документами Європейського Союзу".

Період одночасної дії будівельних норм, розроблених на основі національних технологічних традицій, та будівельних норм, гармонізованих з нормативними документами Європейського Союзу, встановлюється з дати набрання чинності ДБН А.1.1-94:2010 "Проектування будівельних конструкцій за Єврокодами. Основні положення" [1] до втрати ним чинності або втрати чинності відповідними будівельними нормами, розробленими на основі національних технологічних традицій.

Цей стандарт на території України слід застосовувати разом з параметрами, встановленими на національному рівні, наведеними у додатку НБ.

Вимоги щодо застосування цього стандарту разом з Національним додатком встановлені у ДБН А.1.1-94:2010" [1].

2 У змісті назву передостаннього заголовку структурного елемента викласти у новій редакції:

"Додаток НА Перелік міжнародних (МС) і європейських стандартів (ЄС), на які є посилання у ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012, та відповідних нормативних документів України (НД)".

3 Зміст доповнити наступними заголовками структурних елементів:

"Додаток НБ Національний додаток до ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012";

"Додаток НВ Бібліографія".

4 Додаток НА викласти у новій редакції:

"ДОДАТОК НА
(довідковий)

**ПЕРЕЛІК МІЖНАРОДНИХ (МС) І ЄВРОПЕЙСЬКИХ СТАНДАРТІВ (ЄС), НА ЯКІ Є ПОСИЛАННЯ У ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012,
ТА ВІДПОВІДНИХ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ УКРАЇНИ (НД)**

№ з/п	Познака МС або ЄС, наведених у ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012	Познака НД, який відповідає МС або ЄС	№ з/п у тексті ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012, де є нормативні посилання	Інформація про нормативні акти та нормативні документи у відповідній сфері
1	EN 1990:2008 Eurocode – Basis of structural design	ДСТУ-Н Б EN 1990:2008 Єврокод. Основи проектування конструкцій (EN 1990:2002, IDT)	<p>п. 1.2 Нормативні посилання</p> <p>п. 1.3.1 Допущення</p> <p>п. 1.7 Познаки</p> <p>п. 2.1.1Р Загальні положення</p> <p>п. 4.1.1 Впливи, які підлягають розгляду</p>	
2	EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures	<p>ДСТУ-Н Б EN 1991-1-1:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-1. Загальні дії. Питома вага, власна вага, експлуатаційні навантаження для споруд (EN 1991-1-1:2002, IDT);</p> <p>ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-2. Загальні дії. Дії під час пожежі (EN 1991-1-2:2002, IDT);</p> <p>ДСТУ-Н Б EN 1991-1-3:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-3. Загальні дії. Снігові навантаження (EN 1991-1-3:2003, IDT);</p> <p>ДСТУ-Н Б EN 1991-1-4:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-4. Загальні дії. Вітрові навантаження (EN 1991-1-4:2005, IDT);</p>	п. 1.2 Нормативні посилання	

Продовження додатка НА

№ з/п	Познака МС або ЄС, наведених у ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012	Познака НД, який відповідає МС або ЄС	№ з/п у тексті ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012, де є нормативні посилання	Інформація про нормативні акти та нормативні документи у відповідній сфері
		<p>ДСТУ-Н Б EN 1991-1-5:2012 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-5. Загальні дії. Теплові дії (EN 1991-1-5:2003, IDT);</p> <p>ДСТУ-Н Б EN 1991-1-6:2012 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-6. Загальні дії. Дії під час зведення (EN 1991-1-6:2005, IDT);</p> <p>ДСТУ-Н Б EN 1991-1-7:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-7. Загальні дії. Особливі динамічні впливи (EN 1991-1-7:2006, IDT);</p> <p>ДСТУ-Н Б EN 1991-2:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 2. Рухомі навантаження на мости (EN 1991-2:2003, IDT);</p> <p>ДСТУ-Н Б EN 1991-3:2012 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 3. Дії, викликані кранами та обладнанням (EN 1991-3:2006, IDT);</p> <p>ДСТУ-Н Б EN 1991-4:2012 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 4. Бункери і резервуари (EN 1991-4:2006, IDT)</p>		
3	EN 1993-1-1:2005 Eurocode 3: Design of steel structures Part 1.1 General rules and rules for buildings	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1:2010 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1993-1-1:2005, IDT)	<p>п. 1.2 Нормативні посилання</p> <p>п. 1.4.1 Відмінність між принципами та правилами використання</p> <p>п. 5.2.3.7 Деформація</p>	

Продовження додатка НА

№ з/п	Позначка МС або ЄС, наведених у ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012	Позначка НД, який відповідає МС або ЄС	№ з/п у тексті ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012, де є нормативні посилання	Інформація про нормативні акти та нормативні документи у відповідній сфері
4	EN 1993-1-3:2006 Eurocode 3: Design of steel structures Part 1.3: General rules. Supplementary rules for cold formed members and sheeting Design of steel structures	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-3:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-3. Загальні правила. Додаткові правила для холодноформованих елементів і профільованих листів (EN 1993-1-2:2006, IDT)	п. 1.2 Нормативні посилання	
5	EN 1993-1-6:2007 Eurocode 3: Design of steel structures Part 1.6: Strength and Stability of Shell Structures	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-6:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-6. Міцність та стійкість оболонок (EN 1993-1-6:2007, IDT)	п. 5.2.3.6 Деформація	
6	EN 1993-1-7:2007 Eurocode 3: Design of steel structures Part 1.7: Strength and stability of planar plated structures transversely loaded	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-7:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-7. Пластинчасті конструкції при навантаженні поза межами площини (EN 1993-1-7:2007, IDT)	п. 1.2 Нормативні посилання	
7	EN 1993-1-8:2005 Eurocode 3: Design of steel structures Part 1.8: Design of joints	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-8:2011 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-8. Проектування з'єднань (EN 1993-1-8:2005, IDT)	п. 1.2 Нормативні посилання	
8	EN 1993-1-9:2005 Eurocode 3: Design of steel structures Part 1.9: Fatigue	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-9:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-9. Втома (EN 1993-1-9:2005, IDT)	п. 1.2 Нормативні посилання	

Продовження додатка НА

№ з/п	Позначка МС або ЄС, наведених у ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012	Позначка НД, який відповідає МС або ЄС	№ з/п у тексті ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012, де є нормативні посилання	Інформація про нормативні акти та нормативні документи у відповідній сфері
9	EN 1993-1-10:2005 Eurocode 3: Design of steel structures Part 1.10: Material toughness and through – thickness properties	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-10:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-10. Втома тріщиностійкості і міцності матеріалу у напрямі товщини прокату (EN 1993-1-10:2005, IDT)	п. 1.2 Нормативні посилання	
10	EN 1993-1-12:2007 Eurocode 3: Design of steel structures Part 1.12: Additional rules for the extension of EN 1993 up to steel grades S 700	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-12:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-12. Додаткові правила до EN 1993 для сталей класів не вище S 700 (EN 1993-1-12:2007, IDT)	п. 1.2 Нормативні посилання	
11	EN 1993-4-1:2007 Eurocode 3: Design of steel structures Part 4.1: Silos	ДСТУ-Н Б EN 1993-4-1:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 4-1. Силоси (EN 1993-4-1:2007, IDT)	п. 1.2 Нормативні посилання	
12	EN 1993-4-2:2007 Eurocode 3: Design of steel structures Part 4.2: Tanks	ДСТУ Н Б EN 1993-4-2:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 4-2. Резервуари (EN 1993-4-2:2007, IDT)	п. 1.2 Нормативні посилання	
13	EN 1997 Eurocode7: Geotechnical design	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 та випробування ґрунту (EN 1997-2:2007, IDT)	п. 1.2 Нормативні посилання	

Продовження додатка НА

№ з/п	Познака МС або ЄС, наведених у ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012	Познака НД, який відповідає МС або ЄС	№ з/п у тексті ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012, де є нормативні посилання	Інформація про нормативні акти та нормативні документи у відповідній сфері
14	EN 1998-4:2006 Eurocode 8: Design provisions for earthquake resistance Part 4: Silos, tanks and pipelines	ДСТУ-Н Б EN 1998-4:2012 Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 4. Силосні башти, резервуари та трубопроводи (EN 1998-4:2006, IDT)	п. 1.2 Нормативні посилання	
15	EN 805:2000 Water supply – Requirements for systems and components outside buildings		п. 1.1 Сфера застосування	ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування
			п. 1.2 Нормативні посилання	
16	EN 1011-2002 Recommendations for arc welding of steels		п. 1.2 Нормативні посилання	
17	EN 1090-2:2008 Execution of steel structures and aluminium structures – Technical requirements for steel structures (Виконання робіт зі сталевими та алюмінієвими конструкціями. Частина 2: Технічні вимоги до сталевих конструкцій)		п. 1.2 Нормативні посилання	Проект ДСТУ EN 1090-2:201X Виготовлення сталевих і алюмінієвих конструкцій. Частина 2. Технічні вимоги до сталевих конструкцій (EN 1090-2:2008+A1:2011, IDT)
18	EN 10208 Steel pipes for pipelines for combustible fluids (1993); Part 1: Pipes of requirement class A Part 2: Pipes of requirement class B			

Продовження додатка НА

№ з/п	Позначка МС або ЄС, наведених у ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012	Позначка НД, який відповідає МС або ЄС	№ з/п у тексті ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012, де є нормативні посилання	Інформація про нормативні акти та нормативні документи у відповідній сфері
19	EN 1295-1:2007 Structural design of buried pipelines under various conditions of loading (waste water). Part 1: General requirements		п. 1.1 Сфера застосування п. 1.2 Нормативні посилання	ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування
20	EN 1594:2000 Gas supply systems: Pipelines – Maximum Operating Pressure over 16 bar, Functional requirements		п. 1.1 Сфера застосування п. 1.2.(1) Нормативні посилання п. 3.2.(5) Механічні властивості трубопровідної сталі п. 3.4.(1) Вимоги до ударної в'язкості листових матеріалів і зварних швів п. 3.4.(2) Вимоги до ударної в'язкості листових матеріалів і зварних швів п. 5.1.1(11) Спрощений метод обчислення для розрахунку граничного стану з міцності	ДБН В.2.5-20-2001 Газопостачання
21	EN 12007:2000 Gas supply systems – Pipelines for maximum operating pressure up to and including 16 bar Part 1: General functional recommendations; Part 2: Specific functional recommendations for polyethylene; Part 3: Specific functional recommendations for steel		п. 1.1 Сфера застосування п. 1.2 Нормативні посилання	ДБН В.2.5-20-2001 Газопостачання

Продовження додатка НА

№ з/п	Познака МС або ЄС, наведених у ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012	Познака НД, який відповідає МС або ЄС	№ з/п у тексті ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012, де є нормативні посилання	Інформація про нормативні акти та нормативні документи у відповідній сфері
22	EN 12732:2000 Gas supply systems – Welding steel pipe work – functional requirements		п. 1.1 Сфера застосування	ДБН В.2.5-20-2001 Газопостачання
			п. 1.2 Нормативні посилання	
			п. 3.4(2) Вимоги до ударної в'язкості листових матеріалів і зварних швів	
23	EN 13445 Unfired pressure vessels series		п. 1.2 Нормативні посилання	
24	EN 13480:2002 Metallic industrial piping series		п. 1.1 Сфера застосування	
			п. 1.2 Нормативні посилання	
25	EN 13941:2003 Design, calculation and installation of pre – insulated bonded pipes for district heating		п. 1.1 Сфера застосування	ДБН В.2.5-39:2008 Теплові мережі; ДСТУ Б В.2.5-31:2007 Трубопроводи, попередньо теплоізовані спіненим поліуретаном для мереж гарячого водопостачання та теплових мереж
			п. 1.2 Нормативні посилання	
26	EN 14161:2004 Petroleum and natural gas industries – Pipeline transportation systems (Нафтова і газова промисловість – Трубопровідні транспортні системи)		п. 1.1 Сфера застосування	
			п. 1.2 Нормативні посилання	
27	EN 14870 Parts 1,2,3 Induction bends, fittings and flanges for pipeline transportation systems		п. 1.2 Нормативні посилання	
28	ISO 1000 SI Units		п. 1.2 Нормативні посилання	

Продовження додатка НА

№ з/п	Познака МС або ЄС, наведених у ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012	Познака НД, який відповідає МС або ЄС	№ з/п у тексті ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012, де є нормативні посилання	Інформація про нормативні акти та нормативні документи у відповідній сфері
				<p>Ступінь відповідності – нееквівалентний (NEQ)</p> <p>ДСТУ 3651.0-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення</p> <p>ДСТУ 3651.1-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Похідні одиниці фізичних величин міжнародної системи одиниць та позасистемні одиниці</p> <p>ДСТУ 3651.2-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Фізичні сталі та характеристичні числа. Основні положення, назви та значення</p>
29	<p>ISO 3183 Petroleum and natural gas industries; Steel pipe for pipelines; Technical delivery conditions (1996);</p> <p>Part 1: Pipes of requirement class A;</p> <p>Part 2: Pipes of requirement class B;</p> <p>Part 3: Pipes of requirement class C</p>		п. 1.2 Нормативні посилання	

Кінець додатка НА

№ з/п	Позначка МС або ЄС, наведених у ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012	Позначка НД, який відповідає МС або ЄС	№ з/п у тексті ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012, де є нормативні посилання	Інформація про нормативні акти та нормативні документи у відповідній сфері
30	ISO 13623 Petroleum and natural gas industries; Pipeline transportation systems		п. 1.2 Нормативні посилання	
31	ISO 13847 Welding steel pipeline (2000) Part 1: Field welding; Part 2: Shop welding		п. 1.2 Нормативні посилання	

"

5 Після структурного елемента "Додаток НА" Національний стандарт слід доповнити структурним елементом "Додаток НБ":

"ДОДАТОК НБ
(обов'язковий)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ДОДАТОК ДО ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012

**НБ.1 ПАРАМЕТРИ, ЩО ЗАЛИШИЛИСЯ ВІДКРИТИМИ В ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012
ДЛЯ НАЦІОНАЛЬНОГО ВИБОРУ**

Національний вибір дозволяється в EN 1993-4-3:2012 через наступні положення, які наведені в таблиці НБ.1

Таблиця НБ.1

№ з/п	Пункт	Короткий опис параметра, який дозволено визначати на національному рівні
1	2.3(2)	Вибір мінімальної надійності
2	3.2(1)Р	Частковий коефіцієнт безпеки
3	3.2(2)Р	Різниця (Δf) між значеннями: – максимальної та мінімальної границями текучості; – максимальної та мінімальної границями міцності на розтяг
4	3.2(3)	Мінімальне значення співвідношення границі міцності на розтяг до границі текучості сталі ($f_{u,min}/f_{y,min}$)
5	3.2(4)	Гранична деформація на подовження $\varepsilon_{u,min}$ при розриві
6	3.3(2)	Відсоткове збільшення значення ($x\%$) максимальної границі текучості наплавленого металу зварного шва від заданої максимальної границі текучості листа або матеріалу труби
7	3.3(3)	Відсоткова величина деформації ε зварного шва
8	3.3(4)	Відсоткове збільшення значення ($y\%$) границі міцності наплавленого металу зварного шва від заданої максимальної границі міцності листа або матеріалу труби
9	3.4(3)	Гранична пластична деформація при розтягу ($\varepsilon_{l,Rk}$)
10	4.2(1)Р	Часткові коефіцієнти безпеки
11	5.1.1(2)	Коефіцієнти навантаження (γ_F): для магістральних трубопроводів; для доріг, каналів, каналів і природних перетинів водостоків без захисних споруд потоку; для доріг, каналів, каналів і природних перетинів водостоків з захисними спорудами потоку
12	5.1.1(3)	Співвідношення зовнішнього діаметра трубопроводу до мінімальної товщини стінки (D_e/t_{min}) в залежності від розрахункової границі текучості ($f_{y,d}$)
13	5.1.1(4)	Висота покриття над верхньою частиною трубопроводу (D_{cover}), корисне навантаження у верхній частині труби (G_{eff})
14	5.1.1(5)	Мінімальна задана товщина стінки ($t_{spec,min}$)
15	5.1.1(6)	Величина нерівномірного осідання (d_s) при зміцненні ґрунту на відстані (l)
16	5.1.1(9)	Допустима величина вигину перерізу трубопроводу

Кінець таблиці НБ.1

№ з/п	Пункт	Короткий опис параметра, який дозволено визначати на національному рівні
17	5.1.1(10)	Максимальна різниця між температурою при монтажі і максимальною або мінімальною температурою експлуатації трубопроводу (T °C)
18	5.1.1(11)	Повний інтервал температур (T_1 °C) і (T_2 °C)
19	5.1.1(12)	Максимальна різниця між температурою при монтажі і максимальною або мінімальною температурою (T_3 °C) та відстань між горизонтальними вигинами при значенні (y)
20	5.1.1(13)	Мінімальна товщини стінки у вигині (z) для прямих труб з відношенням (D_e/t_{\min}) та з коефіцієнтом навантаження (γ_F)
21	5.2.3(2)	Параметр втрати круглої форми перерізу (a)
22	5.2.4(1)	Навантаження втоми

НБ.2 ПАРАМЕТРИ, ВИЗНАЧЕНІ НА НАЦІОНАЛЬНОМУ РІВНІ

НБ 2.1 Вибір мінімальної надійності

До пункту 2.3(2)

Клас наслідків (відповідальності) приймати відповідно до Зміни № 2 ДСТУ-Н Б EN 1990:2008 [2]

НБ 3.1.

Примітка. Для водоводів клас наслідків (відповідальності) приймати не нижче СС2 згідно з [3] та додатком Ж [4].

НБ 2.2 Частковий коефіцієнт безпеки

До пункту 3.2(1)Р

Приймати рекомендовані дані.

НБ 2.3 Різниця (Δf) між значеннями:

- максимальної та мінімальної границями текучості;
- максимальної та мінімальної границями міцності на розтяг

До пункту 3.2(2)Р

Приймати рекомендовані дані.

НБ 2.4 Мінімальне значення співвідношення границі міцності на розтяг до границі текучості сталі ($f_{u,\min}/f_{y,\min}$)

До пункту 3.2(3)

Приймати рекомендовані дані.

НБ 2.5 Гранична деформація на подовження $\varepsilon_{u,\min}$ при розриві

До пункту 3.2(4)

Приймати рекомендовані дані.

НБ 2.6 Відсоткове збільшення значення ($x\%$) максимальної границі текучості наплавленого металу зварного шва від заданої максимальної границі текучості листа або матеріалу труби

До пункту 3.3(2)

Приймати рекомендовані дані.

НБ 2.7 Відсоткова величина деформації зварного шва

До пункту 3.3(3)

Приймати рекомендовані дані.

НБ 2.8 Відсоткове збільшення значення ($y\%$) границі міцності наплавленого металу зварного шва від заданої максимальної границі міцності листа або матеріалу труби

До пункту 3.3(4)

Приймати рекомендовані дані.

НБ 2.9 Гранична пластична деформація при розтягу ($\epsilon_{l,Rk}$)

До пункту 3.4(3)

Приймати рекомендовані дані.

НБ 2.10 Часткові коефіцієнти безпеки

До пункту 4.2(1)P

Приймати рекомендовані дані.

НБ 2.11 Коефіцієнти навантаження (γ_F): для магістральних трубопроводів; для доріг, канав, каналів і природних перетинів водостоків без захисних споруд потоку; для доріг, канав, каналів і природних перетинів водостоків з захисними спорудами потоку

До пункту 5.1.1(2)

Приймати рекомендовані дані.

НБ 2.12 Співвідношення зовнішнього діаметра трубопроводу до мінімальної товщини стінки (D_e/t_{\min}) в залежності від розрахункової границі текучості ($f_{y,d}$)

До пункту 5.1.1(3)

Приймати рекомендовані дані.

НБ 2.13 Висота покриття над верхньою частиною трубопроводу (D_{cover}), корисне навантаження у верхній частині труби (G_{eff})

До пункту 5.1.1(4)

Приймати рекомендовані дані.

НБ 2.14 Мінімальна задана товщина стінки ($t_{spec,min}$)

До пункту 5.1.1(5)

Приймати рекомендовані дані.

НБ 2.15 Величина нерівномірного осідання (d_s) при зміцненні ґрунту на відстані (l)

До пункту 5.1.1(6)

Приймати рекомендовані дані.

НБ 2.16 Допустима величина вигину перерізу трубопроводу

До пункту 5.1.1(9)

Приймати рекомендовані дані.

НБ 2.17 Максимальна різниця між температурою при монтажі і максимальною або мінімальною температурою експлуатації трубопроводу (T °C)

До пункту 5.1.1(10)

Приймати рекомендовані дані.

НБ 2.18 Повний інтервал температур (T_1 °C) і (T_2 °C)

До пункту 5.1.1(11)

Приймати рекомендовані дані.

Сторінка 14

Сторінок 15

НБ 2.19 Максимальна різниця між температурою при монтажі і максимальною або мінімальною температурою (T_3 °C) та відстань між горизонтальними вигинами при значенні (y)

До пункту 5.1.1(12)

Приймати рекомендовані дані.

НБ 2.20 Мінімальна товщини стінки у вигині (z) для прямих труб з відношенням (D_e/t_{min})

та з коефіцієнтом навантаження (γ_F)

До пункту 5.1.1(13)

Приймати рекомендовані дані.

НБ 2.21 Параметр втрати круглої форми перерізу (a)

До пункту 5.2.3(2)

Приймати рекомендовані дані.

НБ 2.22 Навантаження втоми

До пункту 5.2.4(1)

Додаткова інформація не наводиться.

НБ 3 РІШЕННЯ ПРО СТАТУС ІНФОРМАЦІЙНИХ ДОДАТКІВ ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012

Рішення щодо застосування інформаційних додатків, що містяться в ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012, наведено в таблиці НБ.3.

Таблиця НБ.3

№ з/п	Назва довідкового додатка	Рішення щодо використання довідкового додатка
	Додаток А (довідковий) – Аналіз опорів, деформацій, напружень і розтягів підземних трубопроводів	Додаток може використовуватись без змін на території України
	Додаток В (довідковий) – Бібліографія до національних стандартів та вказівок з проектування	Те саме
	Додаток С (довідковий) – Бібліографія	»

"

6 Текст Національного стандарту доповнити додатком НВ:

"ДОДАТОК НВ
(довідковий)

БІБЛІОГРАФІЯ

- [1] ДБН А.1.1-94:2010 Система стандартизації та нормування у будівництві. Проектування будівельних конструкцій за Єврокодами. Основні положення.
- [2] Проект Зміни № 2 ДСТУ-Н Б EN 1990:2008 Єврокод. Основи проектування конструкцій (EN 1990:2002, IDT).
- [3] ДБН В.1.2-14-2009 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ.
- [4] ДБН В.2.5-74-2013 Водопостачання. Основні положення проектування."

Код УКНД 23.040.01, 91.010.30, 91.080.10

Ключові слова: граничні стани, матеріали, міцність, стійкість, сталеві конструкції, ударна в'язкість, довговічність, трубопровід, опір, деформація.

Редактор – А.О. Луковська
Комп'ютерна верстка – В.Б.Чукашкіна

Формат 60x84¹/₈. Папір офсетний. Гарнітура "Arial".
Друк офсетний.

Державне підприємство "Укрархбудінформ".
вул. М. Кривоноса, 2А, м. Київ-37, 03037, Україна.
Тел. 249-36-62
Відділ реалізації: тел.факс (044) 249-36-62 (63, 64)
E-mail: uabi90@ukr.net

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців.
ДК № 690 від 27.11.2001 р.