НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЄВРОКОД 3: ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Частина 1-4: Загальні правила. Додаткові правила для неіржавіючої сталі (EN 1993-1-4:2006, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-1-4:201X

(Друга, статочна редакція)

Видання офіційне

Київ

Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України

201X

ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій імені В. М. Шимановського»
ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: **А. Гром**, к.т.н., **О. Іванченко**, **О. Кордун**, **Я. Левченко**, **Г. Ленда**, **Я. Лимар**, **К. Павлова**, **Н. Сирота**, **В. Цихановський**, д.т.н. (керівник розробки), **О. Шимановський**, д.т.н.

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

3 Національний стандарт відповідає EN 1993-1-4:2006 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-4: General rules – Supplementary rules for stainless steels (Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-4: Загальні правила. Додаткові правила для нержавіючої сталі).

Ступінь відповідності – ідентичний (IDT)

Перекладення з англійської (en)

Цей стандарт видано з дозволу CEN

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

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

Мінрегіон України, 201X

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожним перекладом EN 1993-1-4:2006 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-4: General rules – Supplementary rules for stainless steels (Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-4: Загальні правила. Додаткові правила для нержавіючої сталі).

EN 1993-1-4:2006 підготовлено Технічним комітетом CEN/TC 250, секретаріатом якого керує BSI.

До національного стандарту долучено англомовний текст.

На території України як національний стандарт діє ліва колонка тексту ДСТУ-Н Б EN 1993-1-4:201X Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-4: General rules – Supplementary rules for stainless steels (Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-4: Загальні правила. Додаткові правила для нержавіючої сталі), яка викладена українською мовою.

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

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству.

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

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «цей міжнародний стандарт» замінено на «цей стандарт»;
- структурні елементи стандарту: «Обкладинку», «Передмову», «Національний вступ», «Визначення понять» та «Бібліографічні дані» оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- з «Передмови до EN 1993-1-4» у цей «національний вступ» взята та частина, що безпосередньо стосується цього стандарту;

Копії МС, неприйнятих як національні стандарти, на які є посилання в EN 1993-1-4:2006, можна отримати в Головному фонді нормативних документів ДП «УкрНДНЦ».

ЗМІСТ

		Стор.
Вступ	Foreword	VI
Основи програми Єврокоду	Background of the Eurocode programme	1
Статус та галузь застосування Єврокодів	Status and field of application of Eurocodes	3
Національні стандарти, що впроваджують Єврокоди	National Standards implementing Eurocodes	4
Зв'язки між Єврокодами та гармонізованими технічними специфікаціями (ENs та ETAs) для виробів	Links between Eurocodes and harmonised technical specifications (ENs and ETAs) for products	5
Національний додаток до EN 1993-1-4	National annex for EN 1993-1-4	5
1 Загальні положення	**1 General**	6
1.1 Сфера застосування	1.1 Scope	6
1.2 Нормативні посилання	1.2 Normative references	6
1.3 Припущення	1.3 Assumptions	8
1.4 Відмінність між принципами і правилами застосування	1.4 Distinction between principles and application rules	8
1.5 Визначення	1.5 Definitions	8
1.6 Позначення	1.6 Symbols	8
2 Матеріали	**2 Materials**	9
2.1 Конструкційні нержавіючі сталі	2.1 Structural stainless steels	9
2.2 Болти	2.2 Bolts	13
2.3 Присадочні матеріали	2.3 Welding consumables	14
3 Довговічність	**3 Durability**	15
4 Граничні стани за експлуатаційною придатністю	**4 Serviceability limit states**	16
4.1 Загальні положення	4.1 General	16
4.2 Визначення прогинів та переміщень	4.2 Determination of deflections	16
5 Граничні стани за несучою здатністю	**5 Ultimate limit states**	18
5.1 Загальні положення	5.1 General	18
5.2 Класифікація поперечних перерізів	5.2 Classification of cross-sections	20
5.3 Опір поперечних перерізів	5.3 Resistance of cross-sections	25
5.4 Опір елементів втраті стійкості	5.4 Buckling resistance of members	26
5.5 Елементи постійного поперечного перерізу, що згинаються та стискаються	5.5 Uniform members in bending and axial compression	29
5.6 Опір на зріз	5.6 Shear resistance	31
5.7 Поперечні ребра жорсткості	5.7 Transverse web stiffeners	32
6 Проектування з'єднань	**6 Connection design**	33
6.1 Загальні положення	6.1 General	33
6.2 З'єднання на болтах	6.2 Bolted connections	33
6.3 Проектування зварних швів	6.3 Design of welds	34
7 Розрахунок на основі випробувань	**7 Design assisted by testing**	34
8 Втома	**8 Fatigue**	34
9 Вогнестійкість	**9 Fire resistance**	35
Додаток А (довідковий) Довговічність	**Annex A [informative] Durability**	36
А.1 Вступ	A.1 Introduction	36
А.2 Типи корозії	A.2 Types of corrosion	38
А.3 Рівні ризику	A.3 Levels of risk	42
А.4 Вибір матеріалів	A.4 Selection of materials	43
А.5 Перелік заходів для боротьби з	A.5 Design for corrosion control	48

корозією
A.6 З’єднання — A.6 Connections — 50
Додаток B (довідковий) Нержавіюча сталь в зміцненому холодною обробкою стані — **Annex B [informative] Stainless steel in the work hardened condition** — 54
B.1 Загальні положення — B.1 General — 54
B.2 Зміцнення при холодній прокатці — B.2 Work hardening from cold rolling — 54
B.3 Зміцнення при виготовленні — B.3 Work hardening from fabrication — 55
Додаток C (довідковий) Моделювання поведінки матеріалу — **Annex C [informative] Modelling of material behaviour** — 56
C.1 Загальні положення — C.1 General — 56
C.2 Характеристики матеріалів — C.2 Material properties — 56

Вступ

Цей європейський стандарт EN 1993-1-4 (Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-4: Загальні правила. Додаткові правила для нержавіючої сталі) підготовлений Технічним комітетом CEN/TC 250 «Будівельні Єврокоди», секретаріат якого підтримується BSI. CEN/TC 250 є відповідальним за всі Будівельні Єврокоди.

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

Даний Європейський стандарт замінює ENV 1993-1-4.

У відповідності з внутрішніми постановами CEN/CENELEC національні органи зі стандартизації таких країн зобов'язані здійснити імплементацію цього Європейського стандарту: Австрія, Бельгія, Велика Британія, Греція, Данія, Ірландія, Ісландія, Іспанія, Італія, Люксембург, Мальта, Нідерланди, Німеччина, Норвегія, Португалія, Румунія, Фінляндія, Франція, Чеська Республіка, Швейцарія, Швеція.

Foreword

This European Standard EN 1993-1-4, Eurocode 3: Design of steel structures: Part 1-4 General Rules – Supplementary rules for stainless steels, has been prepared by Technical Committee CEN/TC250 «Structural Eurocodes», the Secretariat of which is held by BSI. CEN/TC250 is responsible for all Structural Eurocodes.

This European Standard shall be given the status of a National Standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by April 2007 and conflicting National Standards shall be withdrawn at latest by March 2010.

This Eurocode supersedes ENV 1993-1-4.

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

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЄВРОКОД 3: ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЧАСТИНА 1-4: ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА. ДОДАТКОВІ ПРАВИЛА ДЛЯ НЕРЖАВІЮЧОЇ СТАЛІ

ЕВРОКОД 3: ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЧАСТЬ 1-4: ОБЩИЕ ПРАВИЛА. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРАВИЛА ДЛЯ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

EUROCODE 3: DESIGN OF STEEL STRUCTURES PART 1-4: GENERAL RULES - SUPPLEMENTARY RULES FOR STAINLESS STEELS

Чинний від _____

Основи програми Єврокоду

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

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

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

У 1989 році Комісія та держави-члени EU (Європейської Спільноти) та EFTA

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 1980s.

In 1989, the Commission and the Member States of the EU and EFTA decided, on the

(Європейської Асоціації Вільної Торгівлі) на основі угоди[1] 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). 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 суспільних робіт та послуг і еквівалентних директив EFTA, започаткованих з метою допомогти заснуванню внутрішнього ринку).

basis of an agreement[1] between the Commission and CEN, to transfer the preparation and the publication of the Eurocodes to the CEN through a series of Mandates, in order to provide them with a future status of European Standard (EN). This links *de facto* the Eurocodes with the provisions of all the Council's Directives and/or Commission's Decisions dealing with European standards (e.g. the Council Directive 89/106/EEC on construction products – CPD – and Council Directives 93/37/EEC, 92/50/EEC and 89/440/EEC on public works and services and equivalent EFTA Directives initiated in pursuit of setting up the internal market).

Структурна програма Єврокодів включає стандарти, які в основному складаються з декількох частин:

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

EN 1990 Єврокод: Основи проектування конструкцій

EN 1990 Eurocode 0: Basis of Structural Design

EN 1991 Єврокод 1: Дії на конструкції

EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures

EN 1992 Єврокод 2: Проектування залізобетонних конструкцій

EN 1992 Eurocode 2: Design of concrete structures

EN 1993 Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій

EN 1993 Eurocode 3: Design of steel structures

EN 1994 Єврокод 4: Проектування сталезалізобетонних конструкцій

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

EN 1995 Єврокод 5: Проектування дерев'яних конструкцій

EN 1995 Eurocode 5: Design of timber structures

EN 1996 Єврокод 6: Проектування кам'яних конструкцій

EN 1996 Eurocode 6: Design of masonry structures

EN 1997 Єврокод 7: Геотехнічне проектування

EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical design

EN 1998 Єврокод 8: Проектування сейсмостійких конструкцій

EN 1998 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance

EN 1999 Єврокод 9: Проектування алюмінієвих конструкцій.

EN 1999 Eurocode 9: Design of aluminium structures.

Стандарти Єврокодів визнають відповідальність регуляторних органів

Eurocode standards recognise the responsibility of regulatory authorities in

[1]Угода між Комісією Європейської Спільноти та Європейським комітетом зі стандартизації (CEN) щодо роботи над Єврокодами для проектування будівель і споруд (BC/CEN/03/89).

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

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

each Member State and have safeguarded their right to determine values related to regulatory safety matters at national level where these continue to vary from State to State.

Статус та галузь застосування Єврокодів

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

– як засіб доведення відповідності будівель і споруд основним вимогам Директиви Ради 89/106/EEC, зокрема основній вимозі № 1 – Механічна стійкість та стабільність – і основній вимозі № 2 – Пожежна безпека;

– як основа для укладання контрактів для будівель і споруд та пов'язаних з ними інженерних послуг;

– як основа для складання узгоджених технічних специфікацій для будівельних виробів (ENs та ETAs).

Єврокоди, оскільки вони безпосередньо відносяться до будівельних споруд, мають прямий зв'язок із тлумачними документами[2] розділу 12 CPD, незважаючи та те, що вони мають різну природу з гармонізованими стандартами на вироби[3]. Таким чином, технічні

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;

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 Documents[2] referred to in Article 12 of the CPD, although they are of a different nature from harmonised product standards[3]. Therefore, technical aspects arising from the

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

[3]Відповідно до ст. 12 CPD тлумачні документи мають:
a) надати конкретної форми 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 із технічними вимогами, наприклад, методи розрахунку і перевірки, технічні правила проектування і т. ін.;
c) слугувати рекомендацією для встановлення узгоджених стандартів і настанов для Європейського технічного ухвалення.
Єврокоди фактично відіграють подібну роль у сфері ER 1 і частині ER 2.

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

[3]According to Art. 12 of the CPD the interpretative documents shall:
a) give concrete form to the essential requirements by harmonising the terminology and the technical bases and indicating classes or levels for each requirement where necessary;
b) indicate methods of correlating these classes or levels of requirement with the technical specifications, e.g. methods of calculation and of proof, technical rules for project design, etc.;
c) serve as a reference for the establishment of harmonised standards and guidelines for European technical approvals.
The Eurocodes, de facto, play a similar role in the field of the ER 1 and a part of ER 2.

аспекти, які випливають 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 сумісності технічних специфікацій з Єврокодами.

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.

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

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.

Національні стандарти, що впроваджують Єврокоди

National Standards implementing Eurocodes

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

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

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

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

– значення часткових коефіцієнтів надійності та/або класифікацію випадків, для яких Єврокод регламентує використання альтернатив;

values for partial factors and/or classes where alternatives are given in the Eurocode,

– значення, які слід використовувати там, де в Єврокоді наведено тільки символ;

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

– специфічні дані країни (географічні, кліматичні тощо), наприклад, карта вітру;

country specific data (geographical, climatic, etc.), e.g. wind map,

– конкретні методики для тих випадків, коли Єврокод регламентує використання альтернатив.

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

Вони можуть також містити:

– рекомендації щодо застосування довідкових додатків;

– посилання на додаткову інформацію, яка не суперечить нормативним вимогам і допомагає при користуванні Єврокодами.

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

Необхідна узгодженість між гармонізованими технічними специфікаціями для будівельних виробів та технічними правилами для будівель і споруд та будівельних робіт. Крім того, у повній інформації, яка супроводжує CE маркування будівельних виробів і має відношення до Єврокодів, має бути чітко зазначено, які національно визначені параметри були взяті до уваги.

Національний додаток до EN 1993-1-4

У цьому стандарті наведені альтернативні методи, оцінки і рекомендації з примітками, які вказують, де необхідно зробити національні вибір. Таким чином, національний стандарт, який імплементує EN 1993-1-4, повинен мати Національний додаток, до якого включено усі національно визначені параметри, які використовуються при проектуванні сталевих конструкцій, що будуть побудовані у відповідній країні.

Національний вибір дозволено для EN 1993-1-4 за допомогою пунктів:

– 2.1.4(2)

– 2.1.5(1)

– 5.1(2)

– 5.5(1)

– 5.6(2)

– 6.1(2)

– 6.2(3)

It may also contain

decisions on the use of informative annexes, and

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

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

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

National annex for EN 1993-1-4

This standard gives alternative procedures, values and recommendations with notes indicating where national choices may have to be made. The National Standard implementing EN 1993-1-4 should have a National Annex containing all Nationally Determined Parameters to be used for the design of steel structures to be constructed in the relevant country

National choice is allowed in EN 1993-1-4 through clauses:

– 2.1.4(2)

– 2.1.5(1)

– 5.1(2)

– 5.5(1)

– 5.6(2)

– 6.1(2)

– 6.2(3)

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Сфера застосування

(1) Ця частина 1.4 EN 1993 встановлює додаткові умови з проектування будівель і будівельних робіт, які розширюють і змінюють застосування EN 1993-1-1, EN 1993-1-3, EN 1993-1-5 і EN 1993-1-8 по аустенітній, аустенітно-феритній і феритній нержавіючій сталі.

Примітка 1. Інформація по довговічності нержавіючої сталі наведена в Додатку А.

Примітка 2. Виконання конструкцій з нержавіючої сталі розглядається в EN 1090.

Примітка 3. Рекомендації по подальшій обробці, включаючи термічну обробку, наведені в EN 10088.

1.2 Нормативні посилання

Наступні нормативні документи містять положення, які за рахунок посилань в цьому тексті, складають положення цього європейського стандарту. Для датованих посилань наступні поправки або перегляди будь-яких цих публікацій не застосовуються. Проте сторонам угод на підставі цього європейського стандарту рекомендується розгляд можливості застосування останніх видань нормативних документів, наведених нижче. Для недатованих посилань дійсне останнє видання наведеного документу.

EN 1990 Єврокод 0: Основи проектування конструкцій;

EN 508-3 Покрівельні матеріали з металевих листів. Специфікація для виробів зі сталі, алюмінію або листів нержавіючої сталі, що вільно спираються. Нержавіюча сталь;

EN 1090-2 Виготовлення сталевих та алюмінієвих конструкцій - Частина 2: Технічні вимоги для сталевих конструкцій;

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

EN 1993-1-2 Норми проектування сталевих конструкцій: Розрахунок конструкцій на вогнестійкість;

1 GENERAL

1.1 Scope

(1) This Part 1.4 of EN 1993 gives supplementary provisions for the design of buildings and civil engineering works that extend and modify the application of EN 1993-1-1, EN 1993-1-3, EN 1993-1-5 and EN 1993-1-8 to austenitic, austenitic-ferritic and ferritic stainless steels.

NOTE 1: Information on the durability of stainless steels is given in Annex A.

NOTE 2: The execution of stainless steel structures is covered in EN 1090.

NOTE 3: Guidelines for further treatment, including heat treatment, are given in EN 10088.

1.2 Normative references

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

EN 1990 Eurocode 0: Basis of structural design;

EN 508-3 Roofing products from metal sheet. Specification for self-supporting products of steel, aluminium or stainless steel sheet. Stainless steel;

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

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

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

EN 1993-1-3 Норми проектування сталевих конструкцій: Додаткові правила для холодноформованних елементів і профільованих листів;	EN 1993-1-3 Design of steel structures: Cold formed thin gauge members and sheeting;
EN 1993-1-5 Проектування сталевих конструкцій: Пластинчасті конструктивні елементи;	EN 1993-1-5 Design of steel structures: Plated structural elements;
EN 1993-1-6 Проектування сталевих конструкцій: Міцність та стійкість оболонок;	EN 1993-1-6 Design of steel structures: Strength and stability of shell structures;
EN 1993-1-8 Проектування сталевих конструкцій: Проектування з'єднань;	EN 1993-1-8 Design of steel structures: Design of joints;
EN 1993-1-9 Проектування сталевих конструкцій: Витривалість;	EN 1993-1-9 Design of steel structures: Fatigue;
EN 1993-1-10 Проектування сталевих конструкцій: Ударна в'язкість;	EN 1993-1-10 Design of steel structures: Material toughness and through-thickness properties;
EN 1993-1-11 Норми проектування сталевих конструкцій. Проектування конструкцій зі сталевими елементами, що працюють на розтяг;	EN 1993-1-11 Design of steel structures: Design of structures with tension components made of steel;
EN 1993-1-12 Проектування сталевих конструкцій: Додаткові правила до EN 1993 для сталей класів не вище S 700;	EN 1993-1-12 Design of steel structures: Additional rules for the extension of EN 1993 up to steel grades S 700;
EN ISO 3506-1 Механічні властивості кріпильного елемента з стійкої до корозії нержавіючої сталі - Частина 1: Болти, гвинти і шурупи;	EN ISO 3506-1 Mechanical properties of corrosion resistant stainless steel fasteners – Part 1: Bolts, screws and studs;
EN ISO 3506-2 Механічні властивості кріпильного елемента з стійкої до корозії нержавіючої сталі – Частина 2: Гайки;	EN ISO 3506-2 Mechanical properties of corrosion resistant stainless steel fasteners – Part 2: Nuts;
EN ISO 3506-3 Механічні властивості кріпильного елемента з стійкої до корозії нержавіючої сталі – Частина 3: Затискні гвинти та аналогічні елементи кріплення при випробуваннях на розрив;	EN ISO 3506-3 Mechanical properties of corrosion resistant stainless steel fasteners – Part 3: Set screws and similar fasteners under tensile tests;
EN ISO 7089 Плоскі шайби – Нормальний ряд – Продукція марки А;	EN ISO 7089 Plain washers – Normal series – Product grade A;
EN ISO 7090 Плоскі шайби, закруглені – Нормальний ряд – Продукція марки А;	EN ISO 7090 Plain washers, chamfered – Normal series – Product grade A;
EN ISO 9445 Безперервна холоднокатана нержавіюча сталева вузька смуга, широка смуга, пластина/лист і відрізка по довжині – Допуски за розмірами і формою;	EN ISO 9445 Continuously cold-rolled stainless steel narrow strip, wide strip, plate/sheet and cut lengths – Tolerances on dimensions and form;
EN 10029 Специфікація по допусках для розмірів, форми і маси для гарячекатаних	EN 10029 Specification for tolerances on dimensions, shape and mass for hot rolled

сталевих листів товщиною 3 мм і більше;

EN 10052 Словник по тепловій термообробці для залізної продукції;

EN 10088-1 Нержавіючі сталі – Частина 1: Перелік нержавіючих сталей;

EN 10088-2 Нержавіючі сталі – Частина 2: Технічні умови поставки для листа/пластини і смуг загального призначення;

EN 10088-3 Нержавіючі сталі – Частина 3: Технічні умови поставки напівфабрикатів, болванок, дроту і заготовок загального призначення;

EN 10162 Холоднокатані сталеві заготовки. Технічні умови поставки. Допуски за розмірами і поперечним перерізом;

EN 10219-2 Холодноформовані зварні конструкційні профілі з нелегованої і дрібнозернистої сталі. Допуски, розміри і характеристики профілів.

steel plates 3 mm thick or above;

EN 10052 Vocabulary of heat treatment terms for ferrous products;

EN 10088-1 Stainless steels – Part 1: List of stainless steels;

EN 10088-2 Stainless steels – Part 2: Technical delivery conditions for sheet/plate and strip for general purposes;

EN 10088-3 Stainless steels – Part 3: Technical delivery conditions for semi-finished products, bars, rods and sections for general purposes;

EN 10162 Cold rolled steel sections. Technical delivery conditions. Dimensional and cross-sectional tolerances;

EN 10219-2 Cold formed welded structural sections of non-alloy and fine grain steels. Tolerances, dimensions and sectional properties.

1.3 Припущення

(1) На додаток до загальних положень в EN 1990, застосовуються наступні положення:

– виробництво та зведення згідно EN 1090-2.

1.3 Assumptions

(1) In addition to the general assumptions of EN 1990 the following assumptions apply:

– fabrication and erection complies with EN 1090-2.

1.4 Відмінність між принципами і правилами застосування

(1) Застосовуються правила EN 1990, пункт 1.4.

1.4 Distinction between principles and application rules

(1) The rules in EN 1990 clause 1.4 apply.

1.5 Визначення

(1) Застосовуються правила EN 1990, пункт 1.5.

(2) Якщо не вказано інше, застосовується словник термінів з обробки залізної продукції, використаний в EN 10052.

1.5 Definitions

(1) The rules in EN 1990 clause 1.5 apply.

(2) Unless otherwise stated, the vocabulary of treatment terms for ferrous products used in EN 10052 applies.

1.6 Позначення

На додачу до термінів, наведених у EN 1990, EN 1993-1-1, EN 1993-1-3, EN 1993-1-5 і 1993-1-8, використовуються наступні позначення:

1.6 Symbols

In addition to those given in EN 1990, EN 1993-1-1, EN 1993-1-3, EN 1993-1-5 and EN 1993-1-8, the following symbols are used:

$f_{u,red}$ – приведена величина несучої здатності;

$E_{s,ser}$ – середній модуль пружності, що використовується для розрахунку межі експлуатаційної надійності;

$E_{s,1}$ – середній модуль, що відповідає напруженню в розтягнутому поясі;

$E_{s,2}$ – середній модуль, що відповідає напруженню в стиснутому поясі;

$\sigma_{1,Ed,ser}$ – розрахункове експлуатаційне напруження;

n – коефіцієнт.

$f_{u,red}$ reduced value of bearing strength

$E_{s,ser}$ secant modulus of elasticity used for serviceability limit state calculations

$E_{s,1}$ secant modulus corresponding to the stress in the tension flange

$E_{s,2}$ secant modulus corresponding to the stress in the compression flange

$\sigma_{1,Ed,ser}$ serviceability design stress

n coefficient

2 МАТЕРІАЛИ

2 MATERIALS

2.1 Конструкційні нержавіючі сталі

2.1 Structural stainless steels

2.1.1 *Загальні положення*

(1) Умови, наведені в цій частині 1.4, повинні застосовуватися тільки при проектуванні з використанням аустенітної, аустенітно-феритної і феритної нержавіючої сталі.

(2) Номінальні значення за характеристиками матеріалу, що наведені в 2.1.2, повинні використовуватися як характеристичні значення в розрахунках при структурному проектуванні.

(3) Для подальшої інформації по характеристикам матеріалів зверніться до EN 10088.

(4) Проектні умови, що наведені в цій частині 1.4, застосовуються до матеріалу з номінальною межею текучості f_y до 480 Н/мм^2 включно.

Примітка. Правила по використанню загартованого матеріалу з $f_y > 480$ Н/мм^2 наведені в інформативному Додатку В.

(5) Більш висока міцність інших матеріалів (див. 2.1.2 і Додаток В) може бути прийнята до уваги при проектуванні, за умови, що це обґрунтовано відповідними випробуваннями відповідно до розділу 7.

2.1.1 *General*

(1) The provisions given in this Part 1.4 should be applied only to design using austenitic, austenitic-ferritic and ferritic stainless steels.

(2) The nominal values of the material properties given in 2.1.2 should be used as characteristic values in structural design calculations.

(3) For further information about material properties reference should be made to EN 10088.

(4) The design provisions specified in this Part 1.4 are applicable for material of nominal yield strength f_y up to and including 480 N/mm^2.

NOTE: Rules for the use of work hardened material with $f_y > 480$ N/mm^2 are given in Informative Annex B.

(5) The higher strength of other materials (see 2.1.2 and Annex B) may be taken into account in the design provided that doing so is justified by appropriate tests in accordance with Section 7.

2.1.2 *Властивості нержавіючої сталі*

(1) При проектних розрахунках повинні братися наступні значення незалежно від

2.1.2 *Material properties for stainless steel*

(1) In design calculations the values should be taken as follows, independent of the

напрямку прокатки:

– **Умовна межа текучості** f_y: номінальне напруження (умовна межа текучості, що відповідає залишковій деформації 0,2 %), наведене в таблиці 2.1;

– **Тимчасовий опір** f_u: номінальний тимчасовий опір розтягу, наведений у таблиці 2.1.

(2) Вимоги до пластичності в EN 1993-1-1, пункт 3.2.2 також прийнятні до нержавіючої сталі. Сталі, відповідні одній з марок сталі, вказаних в таблиці 2.1, повинні прийматися як ті, що відповідають цим вимогам.

(3) Для профілів замкнутого перерізу повинні використовуватися значення по міцності, що наведені у таблиці 2.1 для відповідної продукції з вихідного матеріалу (холоднокатана смуга, гарячекатана смуга або гарячекатаний лист).

(4) Більш високі значення по міцності, отримані при холодній обробці вихідного матеріалу, можуть використовуватися в проектуванні за умови, що вони перевірені випробуваннями на зразках, взятих з структурного порожнистого профілю відповідно до розділу 7.

(5) Випробування для холодно оброблених матеріалів, що наведені у сертифікаті матеріалу відповідно до EN 1090, повинні бути такими, щоб значення міцності, використані в розрахунку, не залежали від напрямку прокатки або розтягування.

direction of rolling:

– **yield strength** f_y**:** the nominal stress (0,2 % proof stress) specified in Table 2.1;

– **ultimate tensile strength** f_u**:** the nominal ultimate tensile strength specified in Table 2.1.

(2) The ductility requirements in EN 1993-1-1, clause 3.2.2 also apply to stainless steels. Steels conforming with one of the steel grades listed in Table 2.1 should be accepted as satisfying these requirements.

(3) For structural hollow sections, the strength values given in Table 2.1 for the relevant product form of the base material (cold-rolled strip, hot rolled strip or hot rolled plate) should be used.

(4) Higher strength values derived from cold working the base material may be used in design provided they are verified by tests on coupons taken from the structural hollow section in accordance with Section 7.

(5) For cold worked material, the material tests given in the material certificate required according to EN 1090, should be in such a direction that the strength values used in design are independent of the direction of rolling or stretching.

Таблиця 2.1 - Номінальні значення межі текучості f_y і тимчасового опору f_u для конструкційної нержавіючої сталі по EN 10088 [1)]

Table 2.1 - Nominal values of the yield strength f_y and the ultimate tensile strength f_u for structural stainless steels to EN 10088 [1)]

Тип нержавіючої сталі Type of stainless steel	Марка Grade	Форма продукції Product form							
		Холоднокатана смуга Cold rolled strip		Гарячекатана смуга Hot rolled strip		Гарячекатаний лист Hot rolled plate		Болванки, дріт та заготовки Bars, rods and sections	
		Номінальна товщина t Nominal thickness t							
		$t \le 6$ мм $t \le 6$ mm		$t \le 12$ мм $t \le 12$ mm		$t \le 75$ мм $t \le 75$ mm		$t \le 250$ мм $t \le 250$ mm	
		f_y	f_u	f_y	f_u	f_y	f_u	f_y	f_u
		Н/мм^2 N/mm^2	Н/мм^2 N/mm^2	Н/мм^2 N/mm^2	Н/мм^2 N/mm^2	Н/мм^2 N/mm^2	Н/мм^2 N/mm^2	Н/мм^2 N/mm^2	Н/мм^2 N/mm^2
Феритна сталь Ferritic steels	1.4003	280	450	280	450	250[3)]	450[3)]	260[4)]	450[4)]
	1.4016	260	450	240	450	240[3)]	430[3)]	240[4)]	400[4)]
	1.4512	210	380	210	380	-	-	-	-
Аустенітна сталь Austenitic steels	1.4306	220	520	200	520	200	500	180	460
	1.4307							175	450
	1.4541							190	500
	1.4301	230	540	210	520	210	520		
	1.4401	240	530	220	530	220	520	200	500
	1.4404								
	1.4539							230	530
	1.4571		540		540			200	500
	1.4432	240	550	220	550	220	520		
	1.4435								
	1.4311	290	550	270	550	270	550	270	550
	1.4406	300	580	280	580	280	580	280	580
	1.4439	290		270		270			
	1.4529	300	650	300	650	300	650		
	1.4547	320	650	300	650	300	650	300	650
	1.4318	350	650	330	650	330	630	-	-
Аустенітно-феритна сталь Austenitic–ferritic steels	1.4362	420	600	400	600	400	630	400[2)]	600[2)]
	1.4462	480	660	460	660	460	640	450	650

[1)] Номінальні значення f_y і f_u, що наведені в цій таблиці, можуть використовуватися в проектуванні без урахування анізотропного ефекту чи ефекту механічного зміцнення.
[2)] $t \le 160$ мм
[3)] $t \le 25$ мм
[4)] $t \le 100$ мм

[1)] The nominal values of f_y and f_u given in this table may be used in design without taking special account of anisotropy or strain hardening effects.
[2)] $t \le 160$ mm
[3)] $t \le 25$ mm
[4)] $t \le 100$ mm

2.1.3 *Проектні значення коефіцієнтів матеріалів*

(1) Наступні значення коефіцієнтів матеріалів можуть бути прийняті для загального аналізу та при визначенні опору елементів і поперечних перерізів:

– Модуль пружності, E:

$E = 200\,000$ Н/мм^2 для аустенітних і аустенітно-феритних марок в таблиці 2.1, крім марок 1.4539, 1.4529 і 1.4547;

$E = 195\,000$ Н/мм^2 для аустенітних марок 1.4539, 1.4529 і 1.4547;

$E = 220\,000$ Н/мм^2 для феритних марок в таблиці 2.1.

– Модуль зсуву, G, де

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

– Коефіцієнт Пуассона в пружній стадії,

$$\nu = 0{,}3$$

Для опису поведінки матеріалів у відпаленому стані в якості альтернативи можуть використовуватися криві залежності деформації від напруження згідно з Додатком С.

(2) Для розрахунку переміщень окремих елементів може використовуватися середній модуль, що відповідає напруженню в елементі при межі експлуатаційної надійності, див. 4.2 (5).

2.1.4 *В'язкість*

(1) Аустенітні і аустенітно-феритні нержавіючі сталі, що охоплюються цією частиною 1.4, можуть вважатися досить в'язкими і не схильними до крихкого руйнування при робочій температурі нижче -40 °С.

Примітка. Аустенітні сталі також можуть використовуватися при температурах нижче -40 °С, але вимоги повинні визначатися для кожного конкретного випадку.

Примітка. Див. Додаток А 5.3 щодо набуття крихкості внаслідок контакту з цинком у вогні.

(2) Для феритних нержавіючих сталей керівними є правила в EN 1993-1-10.

2.1.3 *Design values of material coefficients*

(1) The following values of the material coefficients may be assumed for the global analysis and in determining the resistances of members and cross-sections:

– Modulus of elasticity, E:

$E = 200\,000$ N/mm^2 for the austenitic and austenitic-ferritic grades in Table 2.1 excluding grades 1.4539, 1.4529 and 1.4547

$E = 195\,000$ N/mm^2 for the austenitic grades 1.4539, 1.4529 and 1.4547

$E = 220\,000$ N/mm^2 for the ferritic grades in Table 2.1

– Shear modulus, G, where

– Poisson's ratio in elastic stage,

Alternatively, stress-strain curves according to Annex C may be used for materials in the annealed condition to describe the material behaviour.

(2) For calculating deflections in individual members, the secant modulus appropriate to the stress in the member at the serviceability limit state may be used, see 4.2 (5).

2.1.4 *Fracture toughness*

(1) The austenitic and austenitic-ferritic stainless steels covered in this Part 1.4 may be assumed to be adequately tough and not susceptible to brittle fracture for service temperatures down to -40 °C.

NOTE: Austenitic steels may also be used for temperatures below -40 °C, but the requirements should be determined for each particular case.

NOTE: See Annex A.5.3 concerning embrittlement due to contact with zinc in fire.

(2) For ferritic stainless steels, the rules in EN 1993-1-10 give guidance. Required testing

Необхідна температура для випробування та необхідні значення CVN (ударна в'язкість по Шарпі, що визначається на зразках з V-подібним надрізом) можуть бути визначені з таблиці 2.1 EN 1993-1-10.

temperature and required CVN-values may be determined from Table 2.1 of EN 1993-1-10.

Примітка 1. Феритні сталі не класифікуються на підкласи.

NOTE 1: Ferritic steels are not classified into sub-grades.

Примітка 2. Національний додаток може надати додаткову інформацію щодо в'язкості феритних нержавіючих сталей.

NOTE 2: The National Annex may provide further information on fracture toughness of ferritic stainless steels.

2.1.5 *Властивості в напрямі товщини прокату*

(1) Вказівки щодо властивостей в напрямі товщини прокату наведені в EN 1993-1-10.

Примітка. Національний додаток може надати додаткову інформацію щодо вибору властивостей в напрямі товщини прокату.

2.1.5 *Through-thickness properties*

(1) Guidance on the choice of through-thickness properties is given in EN 1993-1-10.

NOTE: The National Annex may provide further information on the choice of through thickness properties.

2.1.6 *Допуски*

(1) Допуски за розмірами і масою прокатних сталевих заготовок, профілів замкнутого перерізу і листів повинні узгоджуватися з відповідними стандартами по продукції, якщо тільки не задані жорсткіші допуски

Примітка. Для отримання інформації про допуски для товщини холоднокатаної нержавіючої сталі, слід звернутися до EN ISO 9445: 2006. Для листів – див. EN 10029.

2.1.6 *Tolerances*

(1) The dimensional and mass tolerances of rolled steel sections, structural hollow sections and plates should conform with the relevant product standard unless more severe tolerances are specified.

NOTE: For information about tolerances for thickness of cold rolled stainless steel, reference should be made to EN ISO 9445: 2006. For plates see EN 10029

(2) Для зварних деталей повинні застосовуватися допуски, наведені в EN 1090-2.

(2) For welded components the tolerances given in EN 1090-2 should be applied.

(3) Для розрахунку і проектування повинні використовуватися номінальні значення розмірів, за винятком випадків, коли проектна товщина смуг повинна визначатися відповідно до 3.2.4(3) EN 1993-1-3.

(3) For structural analysis and design, the nominal values of dimensions should be used except that the design thickness of strips should be determined according to 3.2.4(3) of EN 1993-1-3.

2.2 Болти

2.2 Bolts

2.2.1 *Загальні положення*

(1) Болти і гайки з нержавіючої сталі повинні відповідати EN ISO 3506-1,2,3. Шайби повинні бути з нержавіючої сталі і повинні відповідати EN ISO 7089 або EN ISO 7090, за обставинами. Опір корозії болтів має бути рівним або більшим, ніж опір корозії основного матеріалу.

2.2.1 *General*

(1) Stainless steel bolts and nuts should conform with EN ISO 3506-1,2,3. Washers should be of stainless steel and should conform with EN ISO 7089 or EN ISO 7090, as appropriate. The corrosion resistance of the bolts should be equivalent to, or better than, the corrosion resistance of the parent material.

(2) Номінальні межа текучості f_{yb} і тимчасовий опір f_{ub} для болтів з нержавіючої сталі повинні бути отримані з таблиці 2.2.

(2) The nominal yield strength f_{yb} and ultimate tensile strength f_{ub} for stainless steel bolts should be obtained from Table 2.2.

(3) До випуску відповідного європейського стандарту наведені характеристики повинні бути перевірені з використанням визнаної системи контролю якості, з відбором зразків від кожної партії кріпильних елементів.

(3) Pending the issue of an appropriate European Standard, the specified properties should be verified using a recognised quality control system, with samples from each batch of fasteners.

Таблиця 2.2 - Номінальні значення f_{yb} и f_{ub} для болтів з нержавіючої сталі

Table 2.2 - Nominal values of f_{yb} and f_{ub} for stainless steel bolts

Групи матеріалів Material groups	Категорія матеріалу по EN ISO 3506 Property class to EN ISO 3506	Діапазон розмірів Range of sizes	Межа текучості f_{yb}, Н/мм^2 Yield strength f_{yb} N/mm^2	Тимчасовий опір f_{ub}, Н/мм^2 Ultimate tensile strength f_{ub} N/mm^2
Аустенітні і аустенітно-феритні Austenitic and austeniticferritic	50	≤M 39	210	500
	70	≤M 24	450	700
	80	≤M 24	600	800

2.2.2 *Болти з попереднім натягом*

Примітка. Високоміцні болти з нержавіючої сталі не повинні використовуватися як болти з попереднім натягом, призначені для фрикційних з'єднань, якщо тільки їх прийнятність для конкретного застосування не продемонстрована результатами випробувань.

2.2.2 *Preloaded bolts*

NOTE: High strength bolts made of stainless steel should not be used as preloaded bolts designed for a specific slip resistance, unless their acceptability in a particular application can be demonstrated from test results.

2.2.3 *Інші типи механічного кріплення*

(1) Вимоги по іншим типам механічного кріплення наведені в EN 1993-1-3.

2.2.3 *Other types of mechanical fastener*

(1) Requirements for other types of mechanical fasteners are given in EN 1993-1-3.

2.3 Присадочні матеріали

(1) Загальні вимоги до присадочних матеріалів наведені в EN 1993-1-8.

(2) Додатково до вимог EN 1993-1-8 зварювальні електроди повинні бути здатні забезпечити зварний шов з корозійною стійкістю, яка є достатньою для робочого середовища, за умови, що використовується правильна процедура зварювання.

(3) Зварювальні електроди можуть вважатися придатними, якщо корозійна

2.3 Welding consumables

(1) General requirements for welding consumables are given in EN 1993-1-8.

(2) In addition to the requirements of EN 1993-1-8, the welding electrodes should be capable of producing a weld with a corrosion resistance that is adequate for the service environment, provided that the correct welding procedure is used.

(3) The welding electrodes may be assumed to be adequate if the corrosion resistance of the

стійкість наплавленого металу і металу зварювального шва не менше ніж у того матеріалу, який зварюється.

Примітка. Рекомендується професійна консультація по вибору процедури зварювання для з'єднання нержавіючих сталей.

deposited metal and weld metal is not less than that of the material to be welded.

NOTE: Professional advice is recommended on the selection of welding procedure for jointing stainless steels

3 ДОВГОВІЧНІСТЬ

(1) Вимоги по довговічності, наведені в розділі 4 EN 1993-1-1, також повинні застосовуватися для нержавіючих сталей.

(2) Відповідна марка нержавіючої сталі повинна бути обрана у відповідності до стійкості до корозії, що вимагається для середовища, в якому будуть використовуватися конструкційні елементи.

Примітка. Вказівки по вибору матеріалів зі стійкістю до корозії наведені в Додатку А.

(3) При використанні в естетичних цілях можливі незначні зміни вигляду поверхні, що можуть статися в результаті нальоту бруду (який при несприятливих обставинах може створити тріщини і привести до мікрокорозії поверхні), які також повинні прийматися до уваги. Відповідна стійка до корозії нержавіюча сталь повинна використовуватися для гарантії того, що відбувається тільки неглибокий вплив на поверхню протягом проектного терміну служби компонента.

Примітка. Варіанти вигляду поверхні гарячекатаних листів описані в EN 10163.

(4) За необхідності, повинен бути вказаний відповідний режим очищення для підтримки зовнішнього вигляду поверхні.

(5) Хоча при м'якому впливі атмосферних умов вимоги, що наведені в (3), можуть бути забезпечені більшістю марок нержавіючих сталей, проте необхідні рекомендації експертів, якщо нержавіюча сталь імовірно буде піддаватися впливу середовища, що містить хімічні речовини, включаючи атмосфери, пов'язані з певними промисловими процесами, в будівлях з басейнами, з морською водою і соляними бризками від доріг для боротьби з ожеледицею і тому подібне.

3 DURABILITY

(1) The requirements for durability given in Section 4 of EN 1993-1-1 should also be applied for stainless steels.

(2) An appropriate grade of stainless steel should be selected according to the corrosion resistance required for the environment in which the structural members are to be used.

NOTE: Guidance on the selection of materials for corrosion resistance is given in Annex A.

(3) In cosmetic applications, the possible minor changes in surface appearance that might take place as a result of dirt deposits (which in adverse circumstances can create crevices and lead to surface micro-pitting) should also be taken into account. A suitable corrosion-resistant grade of stainless steel should be used to ensure that only superficial surface attack takes place within the design life of the component.

NOTE: Surface aspect features of hot rolled plates are described in EN 10163.

(4) If necessary, a suitable cleaning regime should be specified to maintain surface appearance.

(5) Although, under benign atmospheric exposure conditions, the requirements given in (3) can be satisfied by most stainless steels, expert advice should be sought if stainless steel is required to be exposed to environments that contain chemicals, including atmospheres associated with certain industrial processes, in swimming pool buildings, sea water and salt spray from road de-icing or the like.

Примітка. Додаткова інформація з проектування для контролю корозії наведена в Додатку А.

NOTE: Additional information on design for corrosion control is given in Annex A.

4 ГРАНИЧНІ СТАНИ ЗА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЮ ПРИДАТНІСТЮ

4 SERVICEABILITY LIMIT STATES

4.1 Загальні положення

(1) Вимоги по придатності до експлуатації, наведені в розділі 7 EN 1993-1-1 повинні застосовуватися до нержавіючих сталей.

(2) Прогини та переміщення елементів повинні оцінюватися відповідно до 4.2.

4.1 General

(1) The requirements for serviceability given in Section 7 of EN 1993-1-1 should be applied for stainless steels.

(2) Deflections in members should be estimated in accordance with 4.2.

4.2 Визначення прогинів та переміщень

(1) Вплив нелінійної поведінки напруження-деформація нержавіючих сталей і ефективність поперечного перерізу повинні прийматися до уваги при оцінці прогинів та переміщень.

Примітка. Вказівки для опису нелінійної поведінки відпаленого матеріалу сталі наводяться в інформаційному Додатку С.

(2) Основні вимоги щодо граничних станів за експлуатаційною придатністю вказані в пункті 3.4 EN 1990.

Примітка. В EN 1990 наведені відповідні комбінації дій для використання в наступних ситуаціях:
– для розрахунку прогинів та переміщень при постійному та/або змінному впливі;
– коли необхідно враховувати тривалу деформацію через усадку, релаксацію чи повзучість металу;
– якщо враховується зовнішній вигляд конструкції, комфорт користувача, або функціонування машинного обладнання.

(3) Ефективний поперечний переріз консервативно може ґрунтуватися на ефективній ширині стиснутих елементів класу 4 поперечних перерізів, які визначаються з використанням 5.2.3. В якості альтернативи, може бути використаний більш точний метод згідно з 4.4 (4) EN 1993-1-5.

(4) У разі, якщо елементи піддаються запізненню зсуву, ефективний поперечний переріз може обчислюватися через ефективну ширину, визначену

4.2 Determination of deflections

(1) The effects of the non-linear stress-strain behaviour of stainless steels, and the effectiveness of the cross-section, should be taken into account in estimating deflections.

NOTE: Guidance for the description of the non-linear material behaviour of annealed material is given in Informative Annex C.

(2) The basic requirements for serviceability limit states are given in clause 3.4 of EN 1990.

NOTE: EN 1990 gives the appropriate combinations of actions to use in the following situations:
– for calculating deflections under permanent and/or variable actions;
– when long term deformations due to shrinkage, relaxation or creep need to be considered;
– if the appearance of the structure or the comfort of the user or functioning of machinery are being considered.

(3) The effective cross-section may conservatively be based on effective widths of compression elements in Class 4 cross-sections determined using 5.2.3. Alternatively, the more accurate method in 4.4 (4) of EN 1993-1-5 may be used.

(4) In the case of members subject to shear lag, the effective cross-section may be based on effective widths determined using 3.2 in

згідно 3.2 в EN 1993-1-5.

(5) Прогини та переміщення повинні оцінюватися з використанням середнього модуля пружності $E_{s,ser}$, визначеного з урахуванням напружень в елементах під комбінацією навантаження для відповідної межі експлуатаційної надійності та орієнтації напряму прокатування. Якщо орієнтація напряму прокатування невідома або не може бути гарантована, тоді повинно використовуватися значення для поздовжнього напрямку. В якості альтернативи, метод скінченних елементів, наведений в Додатку С EN 1993-1-5 може бути використаний з описом нелінійної поведінки матеріалу, наведеного в Додатку С цього документа.

(6) Значення середнього модуля пружності $E_{s,ser}$ може бути отримано з:

$$E_{s,ser} = \frac{\left(E_{s,1} + E_{s,2}\right)}{2} \tag{4.1}$$

де:

$E_{s,1}$ – середній модуль пружності, що відповідає напруженню σ_1 в розтягнутому поясі;

$E_{s,2}$ – середній модуль пружності, що відповідає напруженню σ_2 в стиснутому поясі.

(7) Значення $E_{s,1}$ і $E_{s,2}$ для відповідного напруження придатності до експлуатації $\sigma_{1,Ed,ser}$, що проектується і напрямок прокатування можуть бути оцінені з використанням:

$$E_{s,i} = \frac{E}{1 + 0{,}002\dfrac{E}{\sigma_{i,Ed,ser}}\left(\dfrac{\sigma_{i,Ed,ser}}{f_y}\right)^n} \tag{4.2}$$

де:

$i = 1$ чи 2.

(8) Значення коефіцієнта n може бути взяте з Таблиці 4.1.

Примітка. В Додатку С приведений метод для оцінки n для тих марок, які не вказані в

EN 1993-1-5.

(5) Deflections should be estimated using the secant modulus of elasticity $E_{s,ser}$ determined taking account of the stresses in the member under the load combination for the relevant serviceability limit state and the orientation of the rolling direction. If the orientation of the rolling direction is not known, or cannot be ensured, then the value for the longitudinal direction should be used. Alternatively, the FE-methods given in Annex C of EN 1993-1-5 may be used with the description of the non-linear material behaviour given in Annex C of this document.

(6) The value of the secant modulus of elasticity $E_{s,ser}$ may be obtained from:

where:

$E_{s,1}$ is the secant modulus corresponding to the stress σ_1 in the tension flange;

$E_{s,2}$ is the secant modulus corresponding to the stress σ_2 in the compression flange.

(7) The values of $E_{s,1}$ and $E_{s,2}$ for the appropriate serviceability design stress $\sigma_{1,Ed,ser}$ and rolling direction may be estimated using:

With:

$i = 1$ or 2.

(8) The value of the coefficient n may be taken from Table 4.1.

NOTE: Annex C gives a method for evaluating n for grades other than those listed in Table 4.1.

Таблиці 4.1.

(9) В якості спрощення, зміна $E_{s,ser}$ вздовж довжини елемента може бути проігнорована, і мінімальне значення $E_{s,ser}$ для цього елементу (відповідне максимальному значенню напружень $\sigma_{1,Ed,ser}$ і $\sigma_{2,Ed,ser}$) може бути використане по всій його довжині.

(9) As a simplification, the variation of $E_{s,ser}$ along the length of the member may be neglected and the minimum value of $E_{s,ser}$ for that member (corresponding to the maximum values of the stresses $\sigma_{1,Ed,ser}$ and $\sigma_{2,Ed,ser}$ in the member) may be used throughout its length.

Таблиця 4.1 - Значення n
Table 4.1 - Values of n

Марка сталі Steel grade	Коефіцієнт n Coefficient n	
	Поздовжній напрям Longitudinal direction	Перпендикулярний напрям Transverse direction
1.4003	7	11
1.4016	6	14
1.4512	9	16
1.4301 1.4306 1.4307 1.4318 1.4541	6	8
1.4401 1.4404 1.4432 1.4435 1.4539 1.4571	7	9
1.4462 1.4362	5	5

5 ГРАНИЧНІ СТАНИ ЗА НЕСУЧОЮ ЗДАТНІСТЮ

5.1 Загальні положення

(1) Умови, що викладені в розділах 5 і 6 EN 1993-1-1, повинні застосовуватися до нержавіючих сталей, за винятком випадків, коли вони змінюються або замінюються спеціальними умовами, наведеними в цій частині 1.4.

(2) Часткові коефіцієнти γ_M, як визначено в 2.3.4 EN 1993-1-1, застосовуються до різних характеристичних значень опору в цьому розділі наступним чином, див. Таблицю 5.1.

5 ULTIMATE LIMIT STATES

5.1 General

(1) The provisions given in Sections 5 and 6 of EN 1993-1-1 should be applied for stainless steels, except where modified or superseded by the special provisions given in this Part 1.4.

(2) The partial factors γ_M as defined in 2.4.3 of EN 1993-1-1 are applied to the various characteristic values of resistance in this section as follows, see Table 5.1.

Таблиця 5.1 - Часткові коефіцієнти
Table 5.1 - Partial factors

Опір поперечних перерізів надлишковій деформації, включаючи місцеву втрату стійкості Resistance of cross-sections to excessive yielding including local buckling	γ_{M0}
Опір елементів при перевірках втрати стійкості елементів Resistance of members to instability assessed by member checks	γ_{M1}
Опір поперечних перерізів на розтяг при руйнуванні Resistance of cross-sections in tension to fracture	γ_{M2}
Опір болтів, заклепок, зварних швів, штифтів і листів при навантаженні Resistance of bolts, rivets, welds, pins and plates in bearing	γ_{M2}

Примітка. Значення γ_M можуть визначатися національним додатком. Рекомендуються наступні значення:

NOTE: γ_M values may be determined in the National Annex. The following values are recommended

$$\gamma_{M0} = 1{,}1$$

$$\gamma_{M1} = 1{,}1$$

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

(3) Правила для загального розрахунку з врахуванням пластичності не приводяться.

Примітка. Загальний розрахунок у пластичній стадії не повинен використовуватися, якщо тільки немає достатніх експериментальних свідчень, щоб гарантувати, що припущення, зроблені при розрахунках, є характерними для фактичної поведінки конструкції. Зокрема, не повинно бути доказів того, що з'єднання можуть чинити опір збільшенню внутрішніх моментів і сил за рахунок механічного зміцнення

(3) No rules are given for plastic global analysis.

NOTE: Plastic global analysis should not be used unless there is sufficient experimental evidence to ensure that the assumptions made in the calculations are representative of the actual behaviour of the structure. In particular there should be evidence that the joints are capable of resisting the increase in internal moments and forces due to strain hardening.

(4)P З'єднання, що схильні до втоми, також повинні задовольняти принципам, що наведені у EN 1993-1-9.

(4)P Joints subject to fatigue shall also satisfy the principles given in EN 1993-1-9.

(5) В елементах, які можуть піддаватися значній деформації, необхідно враховувати потенціал для збільшення міцності, отриманий за рахунок характеристик механічного зміцнення аустенітної нержавіючої сталі. Якщо механічне зміцнення збільшує вплив, якому повинні опиратися елементи, то з'єднання повинні проектуватися так, щоб відповідати збільшенню опору елемента, особливо при необхідності розрахунку за несучою здатністю.

(5) Where members may be subjected to significant deformation, account may be taken of the potential for enhanced strength gained through the work hardening properties of austenitic stainless steel. Where this work hardening increases the actions resisted by the members, the joints should be designed to be consistent with the increased member resistance, especially where capacity design is required.

5.2 Класифікація поперечних перерізів

5.2.1 *Максимальне відношення ширини до товщини*

(1) Умови для проектування шляхом розрахунків, наведені в цій частині 1.4, можуть застосовуватися до поперечних перерізів з розмірами, приведеними в EN 1993-1-3, за винятком наведених у цьому ж документі випадків коли абсолютні відношення ширини до товщини b/t і h/t, не перевищують 400, див. Рисунок 5.1.

(2) Якщо візуальне викривлення плоских елементів поперечного перерізу є неприйнятним при експлуатаційному навантаженні, то потрібно керуватися обмеженням $b/t \le 75$.

5.2 Classification of cross-sections

5.2.1 *Maximum width-to-thickness ratios*

(1) The provisions for design by calculation given in this Part 1.4 may be assumed to apply to cross-sections within the dimensional limits given in EN 1993-1-3, except that the overall width-to-thickness ratios b/t and h/t as defined in EN 1993-1-3 should not exceed 400, see Figure 5.1.

(2) If visual distortion of flat elements of the cross-section are unacceptable under the serviceability loading, a limit of $b/t \le 75$ may be applied.

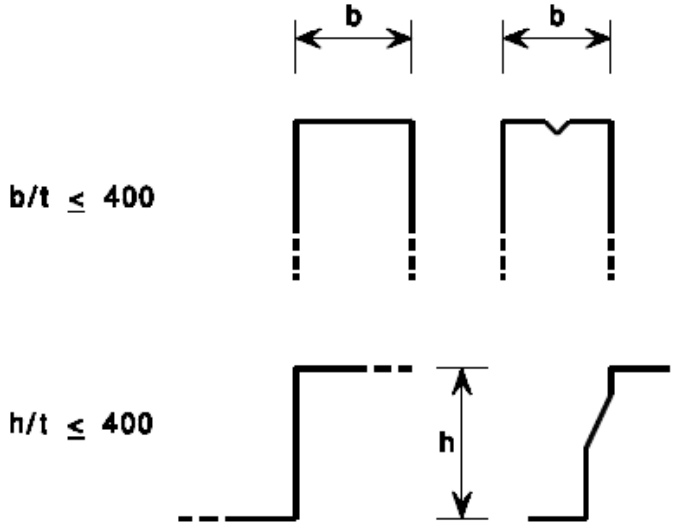


Рисунок 5.1 – Максимальне відношення ширини до товщини
Figure 5.1 – Maximum width-to-thickness ratios

5.2.2 *Класифікація елементів, що працюють на стиск*

(1) Елементи поперечного перерізу, що працюють на стиск, повинні класифікуватися як клас 1, 2 або 3 в залежності від меж, наведених у таблиці 5.2. Стиснуті елементи які не відповідають критеріям для класу 3, повинні класифікуватися як елементи класу 4.

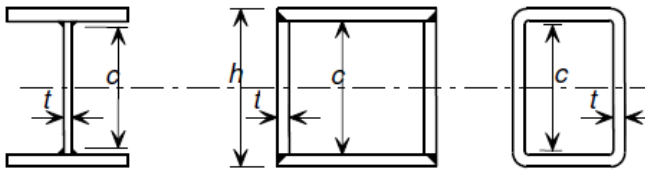
5.2.2 *Classification of compression elements*

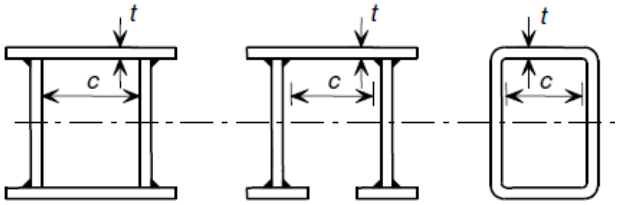
(1) Compression elements of cross-sections should be classified as Class 1, 2 or 3 depending upon the limits specified in Table 5.2. Those compression elements that do not meet the criteria for Class 3 should be classified as Class 4 elements.

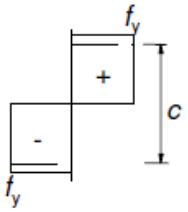
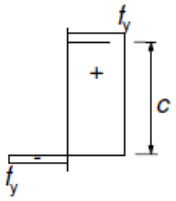
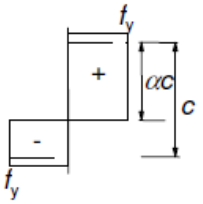
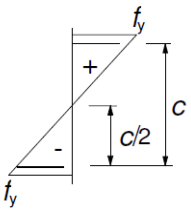
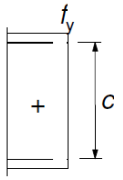
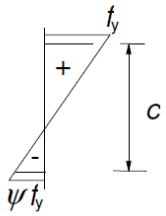
Таблиця 5.2 (частина 1 з 4) – Максимальні відношення ширини до товщини для стиснутих частин

Table 5.2 (sheet 1 of 4) – Maximum width-to-thickness ratios for compression parts

Внутрішня частина, що працює на стиск
Internal compression parts





Клас Class	Частина, що згинається Part subject to bending	Частина, що стискається Part subject to compression	Частина, що згинається та стискається Part subject to bending and compression
Розподіл напруження в частинах (стиск додатний) Stress distribution in parts (compression positive)			
1	$c/t \le 56,0\varepsilon$	$c/t \le 25,7\varepsilon$	якщо (when) $\alpha > 0,5$: $c/t \le \dfrac{308\varepsilon}{13\alpha - 1}$ якщо (when) $\alpha \le 0,5$: $c/t \le \dfrac{28\varepsilon}{\alpha}$
2	$c/t \le 58,2\varepsilon$	$c/t \le 26,7\varepsilon$	якщо (when) $\alpha > 0,5$: $c/t \le \dfrac{320\varepsilon}{13\alpha - 1}$ якщо (when) $\alpha \le 0,5$: $c/t \le \dfrac{29,1\varepsilon}{\alpha}$
Розподіл нормального напруження в частинах (стиск додатний) Stress distribution in parts (compression positive)			
3	$c/t \le 74,8\varepsilon$	$c/t \le 30,7\varepsilon$	$c/t \le 15,3\varepsilon\sqrt{k_\sigma}$ Для k_σ див. EN 1993-1-5 For k_σ see EN 1993-1-5

Таблиця 5.2 (частина 2 з 4) – Максимальні відношення ширини до товщини для стиснутих частин

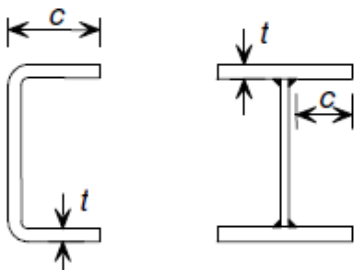
Table 5.2 (sheet 2 of 4) – Maximum width-to-thickness ratios for compression parts

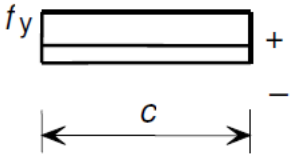
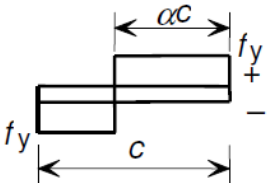
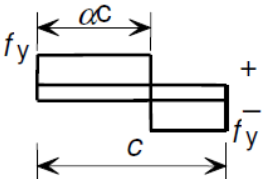
$\varepsilon = \left[\frac{235}{f_y}\frac{E}{210000}\right]^{0,5}$	Марка Grade	1.4301	1.4401	1.4462
	f_y Н/мм^2 (N/mm^2)	210	220	460
	ε	1,03	1,01	0,698

Примітка. Для замкнутих профілів c може бути консервативно прийнято як $(h-2t)$ або $(b-2t)$

Note: For hollow sections, c may conservatively be taken as $(h-2t)$ or $(b-2t)$.

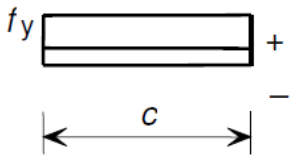
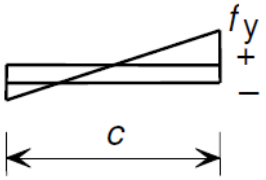
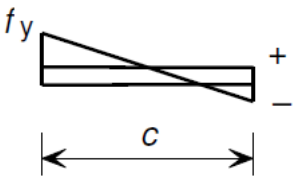
Звиси полиць
Outstand flanges

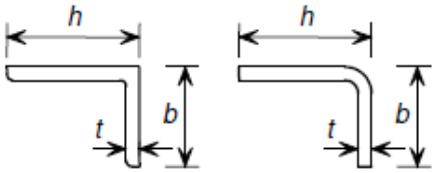


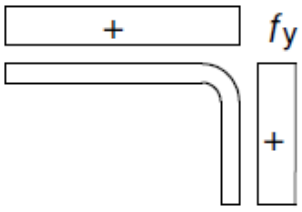
Клас Class	Тип профілю Section type	Частина, що стискається Part subject to compression	Частина, що згинається та стискається Part subject to bending and compression	
			Стискання на кінці Tip in compression	Розтяг на кінці Tip in tension
Розподіл нормального напруження в частинах (стиск додатний) Stress distribution in parts (compression positive)				
1	Холодно-формований Cold formed	$c/t \le 10\varepsilon$	$c/t \le \frac{10\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \le \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
	Зварний Welded	$c/t \le 9\varepsilon$	$c/t \le \frac{9\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \le \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
2	Холодно-формований Cold formed	$c/t \le 10,4\varepsilon$	$c/t \le \frac{10,4\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \le \frac{10,4\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
	Зварний Welded	$c/t \le 9,4\varepsilon$	$c/t \le \frac{9,4\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \le \frac{9,4\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$

Таблиця 5.2 (частина 3 з 4) – Максимальні відношення ширини до товщини для стиснутих частин

Table 5.2 (sheet 3 of 4) – Maximum width-to-thickness ratios for compression parts

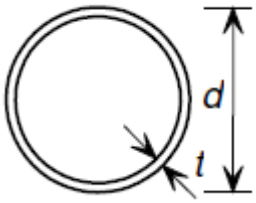
<table>
<tr><td>Розподіл нормального напруження в частинах (стиск додатний)
Stress distribution in parts (compression positive)</td><td></td><td> 
</td><td colspan="2"> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td>Холодно-формований
Cold formed</td><td>$c/t \le 11,9\varepsilon$</td><td colspan="3">$c/t \le 18,1\varepsilon\sqrt{k_\sigma}$ Для (for) k_σ див. (see) EN 1993-1-5</td></tr>
<tr><td>Зварний
Welded</td><td>$c/t \le 11\varepsilon$</td><td colspan="3">$c/t \le 16,7\varepsilon\sqrt{k_\sigma}$ Для (for) k_σ див. (see) EN 1993-1-5</td></tr>
<tr><td rowspan="3">$\varepsilon = \left[\frac{235}{f_y}\frac{E}{210000}\right]^{0,5}$</td><td>Марка
Grade</td><td>1.4301</td><td>1.4401</td><td>1.4462</td></tr>
<tr><td>f_y Н/мм^2
(N/mm^2)</td><td>210</td><td>220</td><td>460</td></tr>
<tr><td>ε</td><td>1,03</td><td>1,01</td><td>0,698</td></tr>
<tr><td colspan="5">Відноситься також до “Звиси полиць” (дивись частину 2)
Refer also to “Outstand flanges” (see sheet 2 of 3)

Кутикові профілі
Angles
 

Не застосовується для кутиків при неперервному контакті з іншими деталями
Does not apply to angles in continuous contact with other components</td></tr>
<tr><td>Клас
Class</td><td colspan="4">Переріз, що стискається
Section in compression</td></tr>
<tr><td>Розподіл нормального напруження в частинах (стиск додатний)
Stress distribution across section (compression positive)</td><td colspan="4"> 
</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="4">$h/t \le 11,9\varepsilon$: $\frac{b+h}{2t} \le 9,1\varepsilon$</td></tr>
</table>

Таблиця 5.2 (частина 4 з 4) – Максимальні відношення ширини до товщини для стиснутих частин

Table 5.2 (sheet 4 of 4) – Maximum width-to-thickness ratios for compression parts

<table>
<tr><td colspan="5">Трубчасті профілі
Tubular sections
 
</td></tr>
<tr><td>Клас
Class</td><td colspan="2">Профілі до 240 CHS, що згинаються
Section in bending
Up to 240 CHS</td><td colspan="2">Профілі, що стискаються
Section in compression</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">$d/t \le 50\varepsilon^2$</td><td colspan="2">$d/t \le 50\varepsilon^2$</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">$d/t \le 70\varepsilon^2$</td><td colspan="2">$d/t \le 70\varepsilon^2$</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">$d/t \le 280\varepsilon^2$
Примітка. Щодо $d > 240$ мм і $d/t > 280\varepsilon^2$ див. EN 1993-1-6
NOTE: For $d > 240$ mm and $d/t > 280\varepsilon^2$ see EN 1993-1-6.</td><td colspan="2">$d/t \le 90\varepsilon^2$
Примітка. Щодо $d/t > 90\varepsilon^2$ див. EN 1993-1-6
NOTE: For $d/t > 90\varepsilon^2$ see EN 1993-1-6.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">$\varepsilon = \left[\frac{235}{f_y}\frac{E}{210000}\right]^{0,5}$</td><td>Марка
Grade</td><td>1.4301</td><td>1.4401</td><td>1.4462</td></tr>
<tr><td>f_y Н/мм^2
(N/mm^2)</td><td>210</td><td>220</td><td>460</td></tr>
<tr><td>ε</td><td>1,03</td><td>1,01</td><td>0,698</td></tr>
</table>

5.2.3 *Ефективна ширина поперечних перерізів для класу 4*

(1) У класі 4 поперечних перерізів ефективна ширина може бути використана для того, щоб при місцевій втраті стійкості виконати необхідні поправки для зменшення опору з використанням 4.4 (1) - (5) EN 1993-1-5, за винятком, якщо понижуючий коефіцієнт ρ потрібно приймати наступним:

Холодноформовані або зварні внутрішні елементи:

$$\rho = \frac{0,772}{\bar{\lambda}_P} - \frac{0,125}{\bar{\lambda}_P^2}, \text{ але (but) } \le 1 \qquad (5.1)$$

Холодноформовані виступаючі елементи:

$$\rho = \frac{1}{\bar{\lambda}_P} - \frac{0,231}{\bar{\lambda}_P^2}, \text{ але (but) } \le 1 \qquad (5.2)$$

Зварні виступаючі елементи:

5.2.3 *Effective widths in Class 4 cross-sections*

(1) In Class 4 cross-sections effective widths may be used to make necessary allowances for reductions in resistance due to the effects of local buckling using 4.4 (1) to (5) of EN 1993-1-5, except that the reduction factor ρ should be taken as follows:

Cold formed or welded internal elements:

Cold formed outstand elements:

Welded outstand elements:

$$\rho = \frac{1}{\bar{\lambda}_P} - \frac{0{,}242}{\bar{\lambda}_P^2}, \text{ але (but) } \le 1 \qquad (5.3)$$

де $\bar{\lambda}_P$ – це гнучкість елемента, що визначається як:

where $\bar{\lambda}_P$ is the element slenderness defined as:

$$\bar{\lambda}_P = \frac{\bar{b}/t}{28{,}4\varepsilon\sqrt{k_\sigma}}$$

де

t – відповідна товщина;

k_σ – коефіцієнт втрати стійкості, що залежить від коефіцієнта напруження ψ і граничних умов з таблиці 4.1 або таблиці 4.2 в EN 1993-1-5;

$\bar{b}$ – відповідна ширина, яка рівна:

- $\bar{b}$ – d для поличок (за винятком RHS (Rectangular Hollow Section – прямокутний замкнутий профіль));
- $\bar{b}$ – ширина плоского елементу для поличок RHS, яка консервативно може бути прийнята як $h - 2t$;
- $\bar{b}$ – b для внутрішніх фланцевих елементів (за винятком RHS);
- $\bar{b}$ – ширина плоского елементу для полиць RHS, яка консервативно може бути принята як $b - 2t$;
- $\bar{b}$ – c для звисів полиць;
- $\bar{b}$ – h для рівнополичних і нерівнополичних кутиків.

ε – коефіцієнт по матеріалу, який визначається згідно з табл. 5.2.

in which

t is the relevant thickness

k_σ is the buckling factor corresponding to the stress ratio ψ and boundary conditions from Table 4.1 or Table 4.2 in EN 1993-1-5 as appropriate

$\bar{b}$ is the relevant width as follows:

- $\bar{b}$ = d for webs (except RHS)
- $\bar{b}$ = flat element width for webs of RHS, which can conservatively be taken as $h - 2t$
- $\bar{b}$ = b for internal flange elements (except RHS)
- $\bar{b}$ = flat element width for RHS flanges, which can conservatively be taken as $b - 2t$
- $\bar{b}$ = c for outstand flanges
- $\bar{b}$ = h for equal leg angles and unequal leg angles

ε is the material factor defined in Table 5.2.

5.2.4 *Впливи запізнювання зсуву*

(1) Впливи запізнювання зсуву потрібно враховувати згідно з вказівками 3.3 EN 1993-1-5.

5.2.4 *Effects of shear lag*

(1) The effects of shear lag should be taken into account as specified in 3.3 of EN 1993-1-5.

5.3 Опір поперечних перерізів

5.3 Resistance of cross-sections

5.3.1 *Опір розтягу в місцях, ослаблених отворами для болтів*

(1) Значення опору розтягу поперечного перерізу потрібно приймати меншим із значень: опору пластичній деформації поперечного перерізу брутто $N_{pl,Rd}$ і межі міцності $N_{u,Rd}$ поперечного перерізу нетто.

(2) Опір пластичній деформації поперечного перерізу брутто повинен

5.3.1 *Tension resistance at holes for bolts*

(1) The tension resistance of a cross-section should be taken as the lesser of the plastic resistance of the gross cross-section $N_{pl,Rd}$ and the ultimate resistance $N_{u,Rd}$ of the net cross-section.

(2) The plastic resistance of the gross

визначатися за формулою:

cross-section should be determined using:

$$N_{pl,Rd} = Af_y / \gamma_{M0} \quad (5.4)$$

(3) Межа міцності поперечного перерізу нетто повинна визначатися за формулою:

(3) The ultimate resistance of the net cross-section should be determined from:

$$N_{u,Rd} = k_r A_{net} f_u / \gamma_{M2} \quad (5.5)$$

при:

$k_r = (1 + 3r(d_0 / u - 0{,}3))$, але $k_r \le 1$;

$r =$ [кількість болтів на поперечному перерізі]/[загальна кількість болтів в з'єднанні];

$u = 2e_2$, але $u \le p_2$

with:

$k_r = (1 + 3r(d_0 / u - 0{,}3))$ but $k_r \le 1$

$r =$ [number of bolts at the cross-section]/[total number of bolts in the connection]

$u = 2e_2$ but $u \le p_2$

де A_{net} – площа поперечного перерізу нетто;

d_0 – номінальний діаметр отвору для болта;

e_2 – відстань від центру отвору для болта до прилеглого краю в напрямі, перпендикулярному напрямку передачі навантаження;

p_2 – відстань від центра до центра між отворами для болтів в напрямі, перпендикулярному напрямку передачі навантаження.

where:

A_{net} is the net cross-sectional area;

d_0 is the nominal diameter of the bolt hole;

e_2 is the edge distance from the centre of the bolt hole to the adjacent edge, in the direction perpendicular to the direction of load transfer;

p_2 is the spacing centre-to-centre of bolt holes, in the direction perpendicular to the direction of load transfer.

5.4 Опір елементів втраті стійкості

5.4 Buckling resistance of members

5.4.1 *Загальні положення*

5.4.1 *General*

(1) Для нержавіючих сталей мають виконуватися умови втрати стійкості за згинальною, поперечно-крутильною, крутильною, згинально-крутильною формами та формою викривлення, що викладені в EN 1993-1-1 і EN 1993-1-3 відповідно, крім доповнень і змін в 5.4.2 або 5.4.3.

(1) The provisions for flexural, lateral-torsional, torsional, flexural-torsional and distortional buckling given in EN 1993-1-1 and EN 1993-1-3 as appropriate should be applied for stainless steels except as supplemented or modified in 5.4.2 or 5.4.3.

Примітка. Пункт 6.3.2.3 EN 1993-1-1 не використовується для нержавіючої сталі.

NOTE: Clause 6.3.2.3 of EN 1993-1-1 is not applicable to stainless steel.

(2) У формулах EN 1993-1-1 використовуються абсолютні значення впливів. $\chi_{\min}$ – це найменше із значень χ_y, χ_z, χ_T і χ_{TF}, де χ_y та χ_z залежать від згинальної, χ_T – від крутильної, а χ_{TF} – від крутильно-згинальної втрати стійкості.

(2) The actions should be placed into the formulae in EN 1993-1-1 as absolute values. $\chi_{\min}$ is the lowest of the values χ_y, χ_z, χ_T and χ_{TF} where χ_y and χ_z are calculated on the basis of flexural buckling, χ_T is calculated on the basis of torsional buckling and χ_{TF} is calculated on the basis of torsional-flexural buckling.

5.4.2 *Елементи постійного поперечного перерізу при стисненні*

5.4.2.1 Криві втрати стійкості

(1) Для центрально стиснутих елементів, значення χ для відповідної умовної гнучкості $\overline{\lambda}$ має визначатися з відповідної кривої втрати стійкості відповідно до:

5.4.2 *Uniform members in compression*

5.4.2.1 Buckling curves

(1) For axial compression in members the value of χ for the appropriate non-dimensional slenderness $\overline{\lambda}$ should be determined from the relevant buckling curve according to:

$$\chi = \frac{1}{\phi + (\phi^2 - \overline{\lambda^2})^{0,5}} \le 1 \qquad (5.6)$$

з (with)

$$\phi = 0,5\left(1 + \alpha\left(\overline{\lambda} - \overline{\lambda}_0\right) + \overline{\lambda^2}\right) \qquad (5.7)$$

де

Where

$$\overline{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} \qquad (5.8)$$

для класів 1, 2 та 3 поперечного перерізу;

for Class 1, 2 and 3 cross-sections

$$\overline{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr}}} \qquad (5.9)$$

для класу 4 поперечного перерізу;

for Class 4 cross-sections

α – коефіцієнт недосконалості;

α is an imperfection factor

N_{cr} – пружна критична сила для відповідної форми втрати стійкості яка залежить від характеристик поперечного перерізу брутто;

N_{cr} is the elastic critical force for the relevant buckling mode based on the gross cross sectional properties

$\overline{\lambda}_0$ – гранична гнучкість.

$\overline{\lambda}_0$ limiting slenderness

(2) Значення α и $\overline{\lambda}_0$, що відповідають відповідній кривій втрати стійкості, повинні бути отримані з таблиці 5.3. Криві втрати стійкості в таблиці 5.3 не використовуються для замкнутих профілів, для яких сталі відпалюються після виготовлення .

(2) Values for α and $\overline{\lambda}_0$ corresponding to the appropriate buckling curve should be obtained from Table 5.3. The buckling curves in Table 5.3 do not apply to hollow sections which are annealed after fabrication.

(3) При гнучкості $\overline{\lambda} \le \overline{\lambda}_0$ або при $\frac{N_{Ed}}{N_{cr}} \le \overline{\lambda_0^2}$ впливом втрати стійкості можна знехтувати і виконувати лише перевірку міцності поперечного перерізу.

(3) For slenderness $\overline{\lambda} \le \overline{\lambda}_0$ or for $\frac{N_{Ed}}{N_{cr}} \le \overline{\lambda_0^2}$ the buckling effects may be ignored and only cross sectional checks apply.

Таблиця 5.3 - Значення α и $\bar{\lambda}_0$ для втрати стійкості за згинальною, крутильною і згинально-крутильною формами

Table 5.3 - Values of α and $\bar{\lambda}_0$ for flexural, torsional and torsional-flexural buckling

Форма втрати стійкості Buckling mode	Тип елементу Type of member	α	$\bar{\lambda}_0$
Згинальна Flexural	Холодноформований відкритого перерізу Cold formed open sections	0,49	0,40
	Закритого перерізу (зварний та безшовний) Hollow sections (welded and seamless)	0,49	0,40
	Зварний відкритого перерізу (основні осі) Welded open sections (major axis)	0,49	0,20
	Зварний відкритого перерізу (малі осі) Welded open sections (minor axis)	0,76	0,20
Крутильна і згинально-крутильна Torsional and torsional-flexural	Всі елементи All members	0,34	0,20

5.4.3 *Елементи постійного поперечного перерізу при згині*

5.4.3.1 Криві випучування при втраті стійкості за згинально-крутильною формою

(1) Для згинальних елементів постійного поперечного перерізу значення χ_{LT} для відповідної умовної гнучкості $\bar{\lambda}_{LT}$ потрібно визначати з виразу:

5.4.3 *Uniform members in bending*

5.4.3.1 Lateral torsional buckling curves

(1) For bending members of constant cross-section, the value of χ_{LT} for the appropriate non-dimensional slenderness $\bar{\lambda}_{LT}$ should be determined from:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \le 1 \qquad (5.10)$$

в якому

in which

$$\phi_{LT} = 0{,}5\left(1 + \alpha_{LT}\left(\bar{\lambda}_{LT} - 0{,}4\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right) \qquad (5.11)$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} \qquad (5.12)$$

α_{LT} – коефіцієнт недосконалості
$= 0{,}34$ для холодноформованих профілів і профілів замкнутого перерізу (зварних та безшовних);
$= 0{,}76$ для зварних профілів відкритого перерізу та інших профілів, для яких немає даних по випробуванням;

α_{LT} is the imperfection factor
$= 0{,}34$ for cold formed sections and hollow sections (welded and seamless)
$= 0{,}76$ for welded open sections and other sections for which no test data is available

M_{cr} – критичний момент при втраті стійкості за плоскою формою згину у пружній стадії.

M_{cr} is the elastic critical moment for lateral-torsional buckling

(2) При умовній гнучкості $\bar{\lambda}_{LT} \le 0{,}4$ або при $\frac{M_{Ed}}{M_{cr}} \le 0{,}16$ впливом втрати стійкості за втратою плоскої форми згину можна знехтувати і виконувати лише перевірку міцності поперечного перерізу.

(2) For slendernesses $\bar{\lambda}_{LT} \le 0{,}4$ or for $\frac{M_{Ed}}{M_{cr}} \le 0{,}16$ lateral torsional buckling effects may be ignored and only cross sectional checks apply.

5.5 Елементи постійного поперечного перерізу, що згинаються та стискаються

(1) Елементи, які піддаються згину та осьовому стиску повинні задовольняти наступному:

Центральний стиск та крутильний момент відносно головної осі

Для запобігання передчасної втрати стійкості відносно основної осі:

5.5 Uniform members in bending and axial compression

(1) Members which are subjected to combined bending and axial compression should satisfy:

Axial compression and uniaxial major axis moment

To prevent premature buckling about the major axis:

$$\frac{N_{Ed}}{\left(N_{b,Rd}\right)_{\min}} + k_y \left(\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{\beta_{W,y} W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1}} \right) \le 1 \qquad (5.13)$$

Для запобігання передчасної втрати стійкості навколо малої осі (для елементів, що піддаються втраті стійкості за втратою плоскої форми згину):

To prevent premature buckling about the minor axis (for members subject to lateral-torsional buckling):

$$\frac{N_{Ed}}{\left(N_{b,Rd}\right)_{\min 1}} + k_{LT} \left(\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{M_{b,Rd}} \right) \le 1 \qquad (5.14)$$

Осьовий стиск та крутильний момент по одній малій осі

Для запобігання передчасного згину навколо малої осі:

Axial compression and uniaxial minor axis moment:

To prevent premature buckling about the minor axis:

$$\frac{N_{Ed}}{\left(N_{b,Rd}\right)_{\min}} + k_z \left(\frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{\beta_{W,z} W_{pl,z} f_y / \gamma_{M1}} \right) \le 1 \qquad (5.15)$$

Осьовий стиск і двовісний крутний момент

Всі елементи повинні задовольняти:

Axial compression and biaxial moments:

All members should satisfy:

$$\frac{N_{Ed}}{\left(N_{b,Rd}\right)_{\min}} + k_y \left(\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{\beta_{W,y} W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1}} \right) + k_z \left(\frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{\beta_{W,z} W_{pl,z} f_y / \gamma_{M1}} \right) \le 1 \qquad (5.16)$$

Елементи, що потенційно схильні до втрати стійкості за втратою плоскої форми згину, також повинні задовольняти:

Members potentially subject to lateral-torsional buckling should also satisfy:

$$\frac{N_{Ed}}{\left(N_{b,Rd}\right)_{\min 1}} + k_{LT} \left(\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{M_{b,Rd}} \right) + k_z \left(\frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{\beta_{W,z} W_{pl,z} f_y / \gamma_{M1}} \right) \le 1 \qquad (5.17)$$

У вказаних вище виразах:

e_{Ny} і e_{Nz} – зміщення в нейтральній осі, коли поперечний переріз піддається рівномірному стиску;

N_{Ed}, $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$ – проектні значення сили стиску і максимальні крутні моменти навколо осей *y-y* і *z-z* вздовж елемента відповідно;

$\left(N_{b,Rd}\right)_{\min}$ – найменше значення $N_{b,Rd}$ для наступних форм втрати стійкості: згинальної навколо осі *y*, згинальної навколо осі *z*, крутильної та згинально-крутильної форм;

$\left(N_{b,Rd}\right)_{\min 1}$ – найменше значення $N_{b,Rd}$ для наступних форм втрати стійкості: згинальної навколо осі *z*, крутильної та згинально-крутильної форм;

$\beta_{W,y}$ и $\beta_{W,z}$ – значення β_W, що визначені для осей *y* и *z* відповідно,

де $\beta_W = 1,0$ – для класу 1 чи 2 поперечних перерізів;

$\beta_W = W_{el}/W_{pl}$ – для класу 3 поперечних перерізів;

$\beta_W = W_{eff}/W_{pl}$ – для класу 4 поперечних перерізів.

$W_{pl,y}$ і $W_{pl,z}$ – модулі пластичності для осей *y* и *z* відповідно;

$M_{b,Rd}$ – опір втраті стійкості за згинально-крутильною формою;

k_y, k_z, k_{LT} – коефіцієнти взаємодії.

Примітка 1. В національному додатку можуть бути визначені k_y, k_z, k_{LT}. Рекомендуються наступні значення:

In the above expressions:

e_{Ny} and e_{Nz} are the shifts in the neutral axes when the cross-section is subject to uniform compression

N_{Ed}, $M_{y,Ed}$ and $M_{z,Ed}$ are the design values of the compression force and the maximum moments about the *y-y* and *z-z* axis along the member, respectively

$\left(N_{b,Rd}\right)_{\min}$ is the smallest value of $N_{b,Rd}$ for the following four buckling modes: flexural buckling about the y axis, flexural buckling about the z axis, torsional buckling and torsional-flexural buckling

$\left(N_{b,Rd}\right)_{\min 1}$ is the smallest value of $N_{b,Rd}$ for the following three buckling modes: flexural buckling about the z axis, torsional buckling and torsional-flexural buckling

$\beta_{W,y}$ and $\beta_{W,z}$ are the values of β_W determined for the y and z axes respectively in which

$\beta_W = 1,0$ for Class 1 or 2 cross-sections

$\beta_W = W_{el}/W_{pl}$ for Class 3 cross-sections

$\beta_W = W_{eff}/W_{pl}$ for Class 4 cross-sections

$W_{pl,y}$ and $W_{pl,z}$ are the plastic moduli for the *y* and *z* axes respectively

$M_{b,Rd}$ is the lateral-torsional buckling resistance

k_y, k_z, k_{LT} are the interaction factors

NOTE 1: The National Annex may define k_y, k_z, k_{LT}. The following values are recommended:

$$k_y = 1,0 + 2\left(\bar{\lambda}_y - 0,5\right)\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd,y}}$$

але (but)

$$1,2 \le k_y \le 1,2 + 2\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd,y}}$$

$$k_z = 1{,}0 + 2\left(\bar{\lambda}_z - 0{,}5\right)\frac{N_{Ed}}{\left(N_{b,Rd}\right)_{\min 1}}$$

Але (but)

$$1{,}2 \le k_z \le 1{,}2 + 2\frac{N_{Ed}}{\left(N_{b,Rd}\right)_{\min 1}}$$

$$k_{LT} = 1{,}0$$

Примітка 2. В національному додатку можуть бути приведені інші коефіцієнти взаємодії в якості альтернативи рівнянням 5.13–5.17.

NOTE 2: The National Annex may give other interaction formulae as alternatives to equations 5.13 to 5.17.

5.6 Опір на зріз

(1) Розрахунковий опір на зріз $V_{c,Rd}$ повинен бути прийнятий як менший з: опору втраті стійкості при дії перерізувальної сили $V_{b,Rd}$ згідно 5.2 (1) EN 1993-1-5 зі змінами (3) і (4) та опору на зріз у пластичній стадії $V_{pl,Rd}$ згідно 6.2.6 (2) EN 1993-1-1.

(2) Листи з відношенням h_w/t більше ніж $\frac{52}{\eta}\varepsilon$ для непідсилених стінок або $\frac{23}{\eta}\varepsilon\sqrt{k_\tau}$ для підсилених стінок повинні перевірятися на опір втраті стійкості при зсуві і повинні бути забезпечені ребрами жорсткості на опорах,

де h_w – чиста глибина захвату між фланцями, див. рисунок 5.1 EN 1993-1-5;
ε визначено в таблиці 5.2;
k_τ визначено в пункті 5.3 EN 1993-1-5.

Примітка. У національному додатку може бути визначено η. Рекомендується значення η = 1,20.

(3) Для стінок з поперечними ребрами жорсткості на опорах і для стінок або з проміжними поперечними, або з поздовжніми ребрами жорсткості або і тими й іншими, коефіцієнт χ_W для додавання до опору втраті стійкості при дії перерізувальної сили до стінки повинно бути отримано наступним чином:

5.6 Shear resistance

(1) The design shear resistance $V_{c,Rd}$ should be taken as the lesser of the shear buckling resistance $V_{b,Rd}$ according to 5.2 (1) of EN 1993-1-5 modified by (3) and (4) and the plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$ according to 6.2.6 (2) of EN 1993-1-1.

(2) Plates with h_w/t greater than $\frac{52}{\eta}\varepsilon$ for an unstiffened web or $\frac{23}{\eta}\varepsilon\sqrt{k_\tau}$ for a stiffened web should be checked for resistance to shear buckling and should be provided with transverse stiffeners at the supports.

where h_w is the clear web depth between flanges, see Figure 5.1 of EN 1993-1-5
ε is defined in Table 5.2
k_τ is defined in clause 5.3 of EN 1993-1-5

NOTE: The National Annex may define η. The value η = 1,20 is recommended.

(3) For webs with transverse stiffeners at supports only and for webs with either intermediate transverse or longitudinal stiffeners or both, the factor χ_W for the contribution of the web to shear buckling resistance should be obtained as follows:

$$\chi_w = \eta \quad \text{для / for} \quad \overline{\lambda}_w \le \frac{0,6}{\eta} \tag{5.18}$$

$$\chi_w = 0,11 + \frac{0,64}{\overline{\lambda}_w} - \frac{0,05}{\overline{\lambda}_w^2} \quad \text{для / for} \quad \overline{\lambda}_w > \frac{0,6}{\eta} \tag{5.19}$$

де $\overline{\lambda}_w$ дано в пунктах 5.3 (3) і (5) EN 1993-1-5.

where $\overline{\lambda}_w$ is given in clauses 5.3 (3) and (5) of EN 1993-1-5

(4) Якщо опір полиць не повністю використовується при протистоянні згинаючому моменту, тобто $M_{Ed} < M_{f,Rd}$, то коефіцієнт χ_f, що представляє роботу полиць, може бути включений в опір втраті стійкості при дії перерізувальної сили. χ_f наведений у пункті 5.4 (1) EN 1993-1-5, але з *c*, вказаними нижче:

(4) If the flange resistance is not fully utilised in withstanding the bending moment, i.e. $M_{Ed} < M_{f,Rd}$, then a factor χ_f representing the contribution from the flanges may be included in the shear buckling resistance. χ_f is given in clause 5.4 (1) of EN 1993-1-5 but with c given below:

$$c = \left[0,17 + \frac{3,5 b_f t_f^2 f_{yf}}{t_w h_w^2 f_{yw}} \right] a \quad \text{і / and} \quad \frac{c}{a} \le 0,65 \tag{5.20}$$

5.7 Поперечні ребра жорсткості

(1) Умови в 9.3 EN 1993-1-5 використовуються з доповненнями згідно з (2) і (3).

(2) Опір ребра жорсткості втраті стійкості $N_{b,Rd}$ із площини повинен визначатися по 5.4.2 з використанням $\alpha = 0,49$ і $\overline{\lambda}_0 = 0,2$. Приведена довжина l ребра жорсткості повинна відповідати умовам закріплення, але не бути меншою за $0,75h_w$, якщо обидва кінці зафіксовані збоку. Більша довжина l може використовуватися за умови меншого закріплення кінців. Якщо ребро жорсткості має виріз на навантаженому кінці, опір його поперечного перерізу має перевірятися на навантаженому кінці з урахуванням площі нетто.

(3) Для перевірки втрати стійкості ефективна площа поперечного перерізу ребра жорсткості повинна включати саме ребро жорсткості, а також ширину стінки в $11\varepsilon t_w$ по обидва боки від ребра жорсткості. На кінцях елемента (чи отворів у стінці) додаткова ширина, яка повинна прийматися до уваги, повинна дорівнювати

5.7 Transverse web stiffeners

(1) The provisions in 9.3 of EN 1993-1-5 apply with additions according to (2) and (3).

(2) The out-of-plane buckling resistance $N_{b,Rd}$ of the stiffener should be determined from 5.4.2 using $\alpha = 0,49$ and $\overline{\lambda}_0 = 0,2$. The buckling length l of the stiffener should be appropriate for the conditions of restraint, but not less than $0,75h_w$, where both ends are fixed laterally. A larger value of l should be used for conditions that provide less end restraint. If the stiffener has a cut-out at the loaded end, its cross sectional resistance should be checked at the loaded end considering the net area.

(3) For the buckling check, the effective cross-sectional area of a stiffener should include the stiffener itself plus a width of web of $11\varepsilon t_w$ either side of the stiffener. At the ends of the member (or openings in the web) the contributory width to be taken into account should be either $11\varepsilon t_w$ or the existing width, whichever is the smaller.

$11\varepsilon t_w$ або існуючій ширині, в залежності від того, яке із значень є меншим.

6 ПРОЕКТУВАННЯ З'ЄДНАНЬ

6.1 Загальні положення

(1) Умови, наведені в EN 1993-1-8, повинні застосовуватися до нержавіючих сталей, за винятком випадків, коли скореговано або замінено спеціальними умовами, наведеними в 6.2 та 6.3.

Примітка. Інформація по довговічності наведена в Додатку А. Інформація з виготовлення з'єднань наведена в EN 1090-2.

(2) Проектування з'єднань для листів нержавіючої сталі з використанням самонарізальних гвинтів повинно відповідати EN 1993-1-3, за винятком, коли сила висмикування повинна визначатися випробуванням.

Примітка 1. Здатність шурупа до свердління і утворення нарізки в нержавіючій сталі повинна бути підтверджена випробуваннями або достатнім досвідом.

Примітка 2. Формули для сили висмикування на підставі випробування згідно з розділом 7 можуть бути дані в Національному додатку.

6.2 З'єднання на болтах

(1) Міцність на зминання повинна розраховуватися заміною f_u на приведене значення $f_{u,red}$, дане у формулі

$$f_{u,red} = 0,5 f_y + 0,6 f_u \text{, але (but)} \le f_u \qquad (6.1)$$

(2) Болти з нержавіючої сталі, що схильні до зрізу по EN ISO 3506 категорії матеріалу 50, 70 і 80 повинні розглядатися як марки болтів 4.6, 5.6 та 8.8.

(3) Несуча здатність болта на зсув $F_{v,Rd}$ повинна визначатися з наступної формули:

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha\, f_{ub}\, A}{\gamma_{M2}} \qquad (6.2)$$

де

A – площа поперечного перерізу болта брутто (якщо площина зрізу проходить через ненарізну частину болта); або площа розтягненої частини болта (якщо площина

6 CONNECTION DESIGN

6.1 General

(1) The provisions given in EN 1993-1-8 should be applied for stainless steels, except where modified or superseded by the special provisions given in 6.2 and 6.3.

NOTE: Information on durability is given in Annex A. Information on fabrication of connections is given in EN 1090-2.

(2) The design of connections for stainless steel sheets using self-tapping screws should be in accordance with EN 1993-1-3 except that the pull-out strength should be determined by testing.

NOTE 1: The ability of the screw to drill and form threads in stainless steel should be demonstrated by tests unless sufficient experience is available.

NOTE 2: Formulae for pull-out strength based on testing according to Section 7 may be given in the National Annex.

6.2 Bolted connections

(1) Bearing strength should be calculated by replacing f_u by a reduced value $f_{u,red}$ given by:

(2) Stainless steel bolts in shear to EN ISO 3506 property classes 50, 70 and 80 should be treated like bolts grades 4.6, 5.6 and 8.8.

(3) The shear resistance of a bolt, $F_{v,Rd}$ should be determined from the following:

where

A is the gross cross-section area of the bolt (if the shear plane passes through unthreaded portion of the bolt); or the tensile stress area of the bolt (if the

зрізу проходить через нарізну частину болта);

f_{ub} – тимчасовий опір болта на розтяг, див. таблицю 2.2.

Примітка. Значення α може бути визначено в Національному додатку. Рекомендовані значення наступні:

– якщо площина зрізу проходить через ненарізну частину болта, $\alpha = 0,6$;

– якщо площина зрізу проходить через нарізну частину болта, $\alpha = 0,5$.

shear plane passes through the threaded portion of the bolt);

f_{ub} is the ultimate tensile strength of the bolt, see Table 2.2.

NOTE: The value of α may be defined in the National Annex. The recommended values are:

– if the shear plane passes through unthreaded portion of the bolt, $\alpha = 0,6$

– if the shear plane passes through the threaded portion of the bolt, $\alpha = 0,5$

6.3 Проектування зварних швів

(1) При визначенні проектного опору кутових зварних швів значення коефіцієнта кореляції β_w повинно бути прийняте як 1,0 для номінальних класів міцності нержавіючої сталі, якщо тільки менше значення не обґрунтоване випробуваннями відповідно до розділу 7.

6.3 Design of welds

(1) In determining the design resistance of fillet welds, the value of the correlation factor β_w should be taken as 1,0 for all nominal strength classes of stainless steel, unless a lower value is justified by tests in accordance with Section 7.

7 РОЗРАХУНОК НА ОСНОВІ ВИПРОБУВАНЬ

(1) Розділ 5.2 і Додаток D EN 1990 і розділ 9 та Додаток A EN 1993-1-3 прийнятні до нержавіючих сталей.

(2) Прототипи для випробувань повинні бути виготовлені аналогічним чином, що й компоненти кінцевої продукції, так, щоб вони відображали той же рівень механічного зміцнення.

(3) Оскільки марки нержавіючої сталі можуть демонструвати анізотропні властивості, зразки повинні готуватися з плити або листа тієї ж орієнтації (тобто перпендикулярно або паралельно напрямку прокатування) що і конструкція. Якщо кінцева орієнтація невідома або не може бути гарантована, випробування повинні бути проведені для обох орієнтацій, і має бути обраний найменш сприятливий результат.

7 DESIGN ASSISTED BY TESTING

(1) Section 5.2 and Annex D of EN 1990 and Section 9 and Annex A of EN 1993-1-3 are applicable to stainless steels.

(2) Prototypes for testing should be produced in a similar manner to the components of the final product, such that they reflect the same levels of work hardening.

(3) Because stainless steel grades can exhibit anisotropy, the specimens should be prepared from the plate or sheet in the same orientation (i.e. transverse or parallel to the rolling direction) as intended for the final structure. If the final orientation is unknown or cannot be guaranteed, tests should be conducted for both orientations and the less favourable result should be adopted.

8 ВТОМА

(1) Для визначення межі втоми конструкцій з нержавіючої сталі необхідно звернутися до EN 1993-1-9.

8 FATIGUE

(1) For determining the fatigue strength of stainless steel structures, reference should be made to EN 1993-1-9.

9 ВОГНЕСТІЙКІСТЬ

(1) Для проектування конструкцій з врахуванням вогнестійкості, повинні бути використані характеристики матеріалів при підвищених температурах з Додатку С EN 1993-1-2.

9 FIRE RESISTANCE

(1) For structural fire design, material properties at elevated temperatures in Annex C of EN 1993-1-2 should be used.

ДОДАТОК А (довідковий) ДОВГОВІЧНІСТЬ

ANNEX A [informative] – DURABILITY

А.1 Вступ

(1) Принципова відмінність між застосуванням нержавіючих сталей та вуглецевих сталей в тому, що:

– для вуглецевих сталей захист від впливу навколишнього середовища і, як наслідок, очікуваний термін служби можна розглядати окремо від проектування конструкцій;

– для нержавіючих сталей очікуваний термін служби визначається не наступними захисними обробками, а початковим вибором матеріалів, процесом проектування та процесом виробництва, а також тим чи підходять вони для умов навколишнього середовища.

(2) Для того щоб зробити обґрунтований вибір відповідної марки нержавіючої сталі для конкретного застосування або правильно застосувати існуючі посібники з усталеної практики уникнення корозії, необхідно мати певне розуміння механізмів корозії в нержавіючій сталі.

(3) Всі звичайні конструкційні метали під дією сухого повітря утворюють поверхневу оксидну плівку. Окис, що формується на більшості вуглецевих сталей, легко руйнується і за присутності вологи вже не відновлюється. Таким чином між сталлю, вологою і киснем може відбуватися хімічна реакція з утворенням іржі. За винятком атмосферостійкої сталі, ця іржа не є захисною і не заважає процесу корозії.

(4) Нержавіюча сталь також окислюється. Сформований оксид має високий вміст хрому і є стабільним, не пористим та міцно прилягає до металу. Однак, на відміну від оксидів, сформованих на вуглецевих сталях, якщо він розбивається (наприклад, при подряпинах або порізі), то він здатний негайно самовідновитися при наявності повітря або окислюючого середовища. Оксид також

A.1 Introduction

(1) The principal difference between using stainless steels and using carbon steels is that:

– for carbon steels, protection from environmental effects, and hence life expectancy, can be dealt with separately from structural design;

– for stainless steels, life expectancy is not determined by subsequent protective treatments, but by the initial selection of materials, the design process and the fabrication procedures, and by their suitability for the environmental conditions.

(2) To make an informed selection of an appropriate grade of stainless steel for a particular application, or to correctly apply the available guidance on good detailing practice in order to avoid corrosion, it is important to have some appreciation of the mechanisms of corrosion in stainless steel.

(3) All common structural metals form surface oxide films when exposed to dry air. The oxide formed on most carbon steels is readily broken down, and in the presence of moisture it is not repaired. Thus, a chemical reaction can take place between the steel, the moisture and oxygen to form rust. Except in weathering steels, this rust is not protective and does not impede the corrosion process.

(4) An oxide is also formed on stainless steel. This is chromium-rich and is stable, non-porous and tightly adherent to the metal. However, unlike that formed on carbon steels, if it is broken down (such as by scratching or cutting), it is capable of immediate self-repair in the presence of air or an oxidising environment. It is also highly resistant to chemical attack. For these reasons it is known as a “passive film”. Although this film is very

дуже стійкий до хімічних впливів. З цих причин він називається «пасивною плівкою». Хоча ця плівка дуже тонка (близько $5 \cdot 10^{-6}$ мм), вона забезпечує нержавіючій сталі характеристики високої корозіної стійкості, запобігаючи реакції сталі з атмосферою.

thin (about $5x10^{-6}$ mm), it gives stainless steel high corrosion-resistance properties, by preventing the steel from reacting with the atmosphere.

(5) Поведінка пасивної плівки залежить від складу сталі, обробки її поверхні і корозійної природи навколишнього середовища. Стабільність плівки збільшується по мірі збільшення вмісту хрому. Більшість нержавіючих сталей, які використовуються в будівництві, містять близько 18% хрому і 10% нікелю. Деякі нержавіючі сталі також містять молібден для подальшого збільшення опору корозії.

(5) The behaviour of the passive film depends on the composition of the steel, its surface treatment and the corrosive nature of its environment. The stability of the film increases as the chromium content increases. Most stainless steels that are used in construction contain around 18% chromium and 10% nickel. Some stainless steels also contain molybdenum to further enhance their corrosion resistance.

(6) Ця концепція утворення пасивної плівки важлива, оскільки будь-які умови, які запобігають утворенню плівки або викликають її руйнування, також призведуть до втрати стійкості до корозії. Корозія нержавіючої сталі відбувається тоді, коли пасивна плівка пошкоджується, і їй не вдається відновитися.

(6) This concept of passive film formation is important, because any conditions that prevent the formation of the film, or cause it to break down, will also lead to loss of corrosion resistance. Corrosion of stainless steel therefore occurs if the passive film is damaged and is not allowed to re-form.

(7) Нержавіючі сталі в цілому мають високу ступінь опору корозії і задовільно виконують свої функції в більшості середовищ. Межа опору корозії для певної нержавіючої сталі залежить від легуючих компонентів, а це означає, що при впливі корозійного середовища реакції кожної марки злегка відрізняються. Тому необхідно з обережністю вибирати найбільш прийнятну марку нержавіючої сталі для певного застосування.

(7) Stainless steels are generally very resistant to corrosion and they will perform satisfactorily in most environments. The limit of corrosion resistance for a given stainless steel depends on its alloying elements, which means that each grade has a slightly different response when exposed to a corrosive environment. Care is therefore needed to select the most appropriate grade of stainless steel for a given application.

(8) Можливі причини того, що певна марка нержавіючої сталі не в змозі виправдати очікування щодо опору корозії, наступні:

(8) Possible reasons for a particular grade of stainless metal failing to live up to expectations regarding corrosion resistance include:

a) неправильна оцінка навколишнього середовища або схильність до впливу неочікуваних умов (такі, як несподіване забруднення іонами хлориду);

a) incorrect assessment of the environment, or exposure to unexpected conditions (such as unsuspected contamination by chloride ions);

b) виникнення стану, що не передбачений початковою оцінкою, а також способом, яким оброблялася нержавіюча сталь.

b) introduction of a state not envisaged in the initial assessment, by the way in which the stainless steel has been worked or treated.

(9) Хоча нержавіючі сталі можуть піддаватися зміні кольору і появі плям (часто через забруднення вуглецевої сталі), вони дуже довговічні в будівлях. В агресивному промисловому і морському середовищі випробування не показали ніякого зменшення опору компонента, навіть там де відбувалася невелика втрата ваги. Тим не менш, утворення плям іржі на зовнішніх поверхнях можуть як і раніше розглядатися користувачем як відмова. Досвід показує, що будь-які серйозні корозійні проблеми найбільш ймовірно виникають протягом перших двох або трьох років експлуатації.

(9) Although stainless steels can be subject to discolouration and staining (often due to carbon steel contamination), they are extremely durable in buildings. In aggressive industrial and marine environments, tests have shown no indication of reduction in component resistance even where a small amount of weight loss had occurred. However, unsightly rust staining on external surfaces might still be regarded as a failure by the user. Experience indicates that any serious corrosion problem is most likely to show up in the first two or three years of service.

(10) В окремих агресивних середовищах деякі марки нержавіючої сталі будуть схильні до локалізованих впливів. Шість можливих типів корозії описані в А.2, але в будівлях ймовірно тільки виникнення точкової корозії, щілинної корозії й біметалевої корозії.

(10) In certain aggressive environments some grades of stainless steel will be susceptible to localized attack. Six possible types of corrosion are described in A.2, but only pitting, crevice corrosion and bimetallic corrosion are likely to occur in buildings.

А.2 Типи корозії

A.2 Types of corrosion

А.2.1 *Точкова корозія*

A.2.1 *Pitting*

(1) Точкова корозія - це локалізована форма корозії, яка може виникнути в результаті впливу специфічних зовнішніх умов, найбільш помітна при впливі середовищ, що містять іони хлориду. Точкова корозія виникає через те, що іони хлориду проникають через пасивну плівку в слабких місцях. Так утворюється локальний елемент з областю проникнення в якості анода і навколишньою пасивною плівкою в якості катоду. Оскільки площа анода мала, а площа катода велика, щільність струму стає дуже високою, так само як і швидкість корозії на поверхні анода.

(1) Pitting is a localized form of corrosion that can occur as a result of exposure to specific environments, most notably those containing chloride ions. Pitting occurs because chloride ions penetrate the passive film in weak spots. This forms a local element, with the penetrated area as the anode and the surrounding passive film as the cathode. Since the anode area is small and the cathode area is large, the current density becomes very high and therefore so does the corrosion rate on the surface of the anode.

(2) В більшості конструктивних застосувань поверхнева точкова корозія ймовірно буде незначною і прийнятною, оскільки зменшення перерізу компонента буде незначним. Однак, кородовані продукти можуть зіпсувати архітектурні характеристики. Більш жорсткі вимоги до точкової корозії можуть застосуватися наприклад в жолобах, трубах і забруднених конструкціях. Якщо є відомий ризик, необхідно обрати відповідну марку

(2) In most structural applications, superficial pitting is likely to be low and acceptable because the reduction in the section of the component will be negligible. However, corrosion products can stain architectural features. A less tolerant view of pitting should be adopted for services such as ducts, piping and containment structures. If there is a known hazard, a suitable grade of stainless steel should be selected; usually this will have a higher alloy composition containing

нержавіючої сталі, зазвичай вона буде мати більш високий склад сплаву, що містить молібденові добавки.

molybdenum additions.

A.2.2 *Щілинна корозія*

(1) Щілинна корозія – це локалізована форма впливу, яка викликана диференціалом в рівнях кисню між щілиною і областю, що піддається впливу. Вона, ймовірно, не буде проблемою, за винятком нерухомих розчинів, де може виникнути скупчення хлоридів. Серйозність щілинної корозії у великій мірі залежить від геометрії щілини, чим більш вузька і глибока щілина, тим більш інтенсивна корозія.

(2) Щілини зазвичай утворюються між гайками та шайбами або навколо різьби шурупа або стержня болта. Щілини також можуть утворюватися в не повністю проварених зварних швах і під осадом на поверхні сталі. В принципі точкова і щілинна корозії є аналогічними явищами, але вплив починається більш легко в щілині, ніж на вільній поверхні.

A.2.2 *Crevice corrosion*

(1) Crevice corrosion is a localized form of attack that is initiated by the differentials in oxygen levels between the creviced and exposed regions. It is not likely to be a problem except in stagnant solutions where a build-up of chlorides can occur. The severity of crevice corrosion is very dependent on the geometry of the crevice; the narrower and deeper the crevice, the more severe the corrosion.

(2) Crevices typically occur between nuts and washers or around the thread of a screw or the shank of a bolt. Crevices can also occur in welds that fail to penetrate and under deposits on the steel surface. In principle, pitting and crevice corrosion are similar phenomena, but the attacks start more easily in a crevice than on a free surface.

A.2.3 *Біметалева корозія*

(1) Біметалева корозія схильна до виникнення, коли різні метали знаходяться в електричному контакті в будь-якому електроліті, включаючи дощову воду, конденсат і т. д. Якщо між ними проходить електричний струм, менш благородний метал (анод) кородує з більшою швидкістю, ніж це б відбувалося, якби метали не контактували.

(2) Швидкість корозії також залежить від відносної площі контакту металів, температури і складу електроліту. Зокрема, чим більша площа катода по відношенню до площі анода, тим більша швидкість роз'їдання. Несприятливі співвідношення площ зазвичай виникають в кріпленнях і з’єднаннях.

(3) Необхідно уникати використання болтів з вуглецевої сталі в елементах з нержавіючої сталі, оскільки співвідношення площі нержавіючої сталі до вуглецевої сталі велике, болти будуть піддані агресивному роз'їданню. І навпаки, швидкість роз'їдання елемента з вуглецевої

A.2.3 *Bimetallic corrosion*

(1) Bimetallic corrosion is liable to occur when dissimilar metals are in electrical contact in any electrolyte, including rainwater, condensation etc. If an electrical current flows between the two, the less noble metal (the anode) corrodes at a faster rate than would have occurred if the metals were not in contact.

(2) The rate of corrosion also depends on the relative areas of the metals in contact, the temperature and the composition of the electrolyte. In particular, the larger the area of the cathode in relation to that of the anode, the greater the rate of attack. Adverse area ratios are likely to occur for fasteners and at joints.

(3) The use of carbon steel bolts should be avoided in stainless steel members, because the ratio of the area of the stainless steel to the carbon steel is large and the bolts will be subject to aggressive attack. Conversely, the rate of attack of a carbon steel member by a stainless steel bolt is much slower. It is usually

сталі болтом з нержавіючої сталі значно нижча. Зазвичай допомагає застосування попереднього досвіду в аналогічних середовищах, оскільки різні метали часто можуть бути безпечно з'єднані, без негативних ефектів в умовах епізодичної конденсації або вологості, особливо коли провідність електроліту низька.

helpful to draw on previous experience in similar environments, because dissimilar metals can often be coupled safely, with no adverse effects under conditions of occasional condensation or dampness, especially when the conductivity of the electrolyte is low.

(4) Прогнозування таких результатів є нелегким, оскільки швидкість корозії визначається рядом складних питань. Використання таблиці потенціалів ігнорує присутність оксидних плівок на поверхні, вплив співвідношення площ і відмінності в хімічному складі електроліту. В результаті застосування цих таблиць без урахування даних факторів може дати помилкові результати. Тому вони повинні використовуватися з обережністю і тільки для початкової оцінки.

(4) The prediction of these effects is difficult because the corrosion rate is determined by a number of complex issues. The use of potential tables ignores the presence of surface oxide films and the effects of area ratios and differences in the chemistry of the electrolyte. As a result, uninformed use of these tables can produce erroneous results. They should therefore be used with care and only for initial assessment.

(5) Аустенітні нержавіючі сталі часто утворюють катод в біметалевій парі, і тому вони не страждають від корозії. Винятком з цього правила є пара з міддю, використання якої в цілому слід уникати, окрім випадку м'яких умов. Контакт між аустенітною нержавіючою сталлю і алюмінієм або цинком може в результаті привести до додаткової корозії останніх двох металів. Малоймовірно, що це буде мати важливе конструкційне значення, але сіро-білий пил, що з'являється в результаті може бути визнаним непривабливим.

(5) Austenitic stainless steels often form the cathode in a bimetallic couple and therefore do not suffer corrosion. An exception to this is the couple with copper, which should generally be avoided except under benign conditions. Contact between austenitic stainless steels and aluminium or zinc can result in some additional corrosion of the latter two metals. This is unlikely to be significant structurally, but the resulting grey-white powder might be deemed unsightly.

(6) Біметалева корозія може бути попереджена при виключенні води з деталі (наприклад, фарбуванням або ізолюванням з'єднання) або, що краще, електричною ізоляцією металів один від одного (наприклад, фарбуванням контактних поверхонь різних металів). Ізоляція навколо з'єднань на болтах може бути досягнута за рахунок непровідних пластикових або гумових прокладок і нейлонових або тефлонових шайб і вкладок. Така система вимагає часу для її організації на місці. Більш того, зазвичай неможливо забезпечити необхідний рівень перевірки на місці, щоб переконатися, що всі шайби й втулки були встановлені належним чином.

(6) Bimetallic corrosion may be prevented by excluding water from the detail (for example by painting or taping over the assembled joint) or, preferably, by electrically isolating the metals from each other (for example by painting the contact surfaces of the dissimilar metals). Isolation around bolted connections can be achieved by non-conductive plastic or rubber gaskets and nylon or teflon washers and bushes. This system is a timeconsuming detail to make on site. Moreover it is not usually practicable to provide the necessary level of site inspection to check that all the washers and sleeves have been installed properly.

A.2.4 ***Корозійне розтріскування під напруженням***

(1) Розвиток корозійного розтріскування під напруженням вимагає одночасної присутності розтягуючого напруження і специфічних чинників навколишнього середовища, які навряд чи можна зустріти у звичайній атмосфері будівлі. Напруження не обов'язково повинні бути дуже високими відносно межі текучості матеріалу. Вони можуть бути викликані навантаженням або залишковим напруженням від процесів виробництва, таких як зварювання чи формування. Необхідно бути обережними при використанні елементів з нержавіючої сталі, які містять високе залишкове напруження (таке, що викликане холодною обробкою) у багатих хлоридом середовищах, таких як басейни, морські або приморські конструкції, включаючи морські платформи (див. A.4.1.(10)).

(2) Ймовірність корозійного розтріскування під напруженням збільшується зі збільшенням розтягуючого напруження і зі збільшенням температури. В аустенітних хромово-нікелевих нержавіючих сталях нікель є елементом сплаву, який найбільш істотно знижує чутливість до корозійного розтріскування під напруженням.

A.2.4 ***Stress corrosion cracking***

(1) The development of stress corrosion cracking requires the simultaneous presence of tensile stresses and specific environmental factors that are unlikely to be encountered in normal building atmospheres. The stresses do not need to be very high in relation to the yield strength of the material. They might be due to loading or to residual stresses from manufacturing processes such as welding or forming. Caution should be exercised when stainless steel members containing high residual stresses (such as those due to cold working) are used in chloride rich environments such as swimming pools or marine or maritime structures, including offshore platforms (see A.4.1(10)).

(2) The likelihood of stress corrosion cracking increases with increasing tensile stress and with increasing temperature. In austenitic chromium-nickel stainless steels, nickel is the alloying element that most strongly reduces the sensitivity to stress corrosion cracking.

A.2.5 ***Загальна корозія***

(1) Загальна корозія значно менш сильна у нержавіючих сталей, ніж у інших сталей.

(2) Ця форма корозії не є проблемою для марок нержавіючої сталі, що зазвичай використовуються в звичайних будівельних конструкціях. Можна послатися на таблиці в документації виробника, в якості альтернативи необхідно отримати рекомендації інженера фахівця з корозії, зокрема, якщо нержавіюча сталь буде контактувати з іншими хімічними речовинами.

A.2.5 ***General corrosion***

(1) General corrosion is much less severe in stainless steel than in other steels.

(2) This form of corrosion is not a problem for the grades of stainless steel commonly used in normal building applications. Reference can be made to tables in manufacturers' literature; alternatively the advice of a specialist corrosion engineer should be sought, particularly if the stainless steel is to come into contact with chemicals.

A.2.6 ***Міжзернова корозія та корозія зварного шва***

(1) Коли аустенітні сталі піддаються тривалому нагріванню в діапазоні від

A.2.6 ***Inter-granular attack and weld decay***

(1) When austenitic stainless steels are subject to prolonged heating in the range

450 °C до 850 °C, вуглець в сталі розсіюється до меж зерен і виділяє карбід хрому. Це прибирає хром з мікроструктури і дає менший рівень вмісту хрому поряд з межами зерна. Сталі в такому стані називаються «чутливими».

450 °C to 850 °C, the carbon in the steel diffuses to the grain boundaries and precipitates chromium carbide. This removes chromium from the microstructure and leaves a lower chromium content adjacent to the grain boundaries. Steels in this condition are termed “sensitized”.

(2) Межі зерен стають схильними до преференційного роз'їдання при подальшому впливі корозійного середовища. Такий феномен відомий як «корозія зварного шва», коли він відбувається в зоні теплового впливу зварного виробу.

(2) The grain boundaries become prone to preferential attack on subsequent exposure to a corrosive environment. This phenomenon is known as “weld decay” when it occurs in the heat affected zone of a weldment.

(3) Існує три способи уникнення міжзернової корозії:

- використовувати сталь, що має низький вміст вуглецю;
- використовувати сталь, стабілізовану титаном або ніобієм, оскільки ці елементи преференційно комбінуються з вуглецем для утворення стійких сполук, таким чином зменшуючи ризик формування карбіду хрому;
- використовувати теплову обробку, однак цей метод рідко застосовується на практиці.

(3) There are three ways to avoid inter-granular corrosion:

- using steel having a low carbon content;
- using steel stabilized with titanium or niobium, because these elements combine preferentially with carbon to form stable compounds, thereby reducing the risk of forming chromium carbide;
- using heat treatment, however this method is rarely used in practice.

(4) Марки з низьким вмістом вуглецю (близько 0,03 %) не страждають від міжзернової корозії зварного шва після виконання зварювальних процедур належним чином.

(4) Grades with a low carbon content (about 0,03 %) do not suffer from welded area inter-granular corrosion after following proper welding procedures.

A.3 Рівні ризику

A.3 Levels of risk

(1) Рівні ризику залежать від матеріалів, конфігурації і умов середовища. Розрізняють три рівні ризику, що наведені нижче:

(1) The level of risk depends on the materials, the configuration and the environmental conditions. A distinction may be drawn between three risk levels as follows:

– **1 рівень ризику:** Тільки косметичне поверхневе корозійне роз’їдання (мікроточкова корозія), що відбувається протягом 50-річного проектного терміну експлуатації. Ремонт не є необхідним для конструкційної цілісності, але може знадобитися для підтримки бездоганного зовнішнього вигляду. Більшість стандартних нержавіючих сталей відповідають цій вимозі в легких і помірно

– **Level 1 risk:** Only cosmetic surface attack (micro-pitting) occurs within a 50 years design life. Maintenance is not necessary for structural integrity, but might be required to maintain pristine appearance. Most standard stainless steels will meet this requirement for lightly or moderately aggressive atmospheric corrosion conditions.

агресивних атмосферних корозійних умов.

– **2 рівень ризику:** Ризик точкової корозії або щілинного корозійного роз'їдання, що призводить до втрати перерізу або проникнення, що може вимагати перевірки або ремонту з причин конструкційної відмови або розгерметизації протягом 50-річного проектного терміну експлуатації. Це стосується атмосферного впливу, що включає хімічно забруднені атмосфери від морських до важких промислових середовищ, або тих, які знаходяться в будівлях, пов'язаних з певними процесами і операціями.

– **Level 2 risk:** Risk of pitting or crevice attack, causing loss of section or penetration, which might require inspection or repair for reasons of structural or containment failure within a 50 years design life. This is relevant for atmospheric exposure involving chemically contaminated atmospheres from marine and heavy industrial environments, or those inside buildings associated with certain processes and operations.

– **3 рівень ризику:** Ризик, що пов'язаний з локалізованим корозійним роз'їданням агресивними речовинами (наприклад, опадами хлорангідридів або рідкого цинку), що може викликати втрату конструкційної цілісності за рахунок локалізованого процесу розтріскування (наприклад, корозійне розтріскування під напруженням або міжзернова корозія). Термін експлуатації і частота перевірок визначаються комбінацією вибору матеріалів і жорсткістю та ймовірністю впливу агресивних речовин. Це важливо при впливі специфічних середовищ, таких як ті, що характерні для певних закритих басейнів, де можуть збиратися агресивні опади з високим вмістом хлоридів. Цей рівень також приймається, якщо існує ризик виникнення вогню в конструкціях, що містять гальванізовані або покриті цинком металеві частини. У разі пожежі, рідкий цинк не повинен мати можливість потрапити на нержавіючу сталь.

– **Level 3 risk:** Risk of localized attack by aggressive substances (for example acid chloride deposits or liquid zinc metal) which might cause loss of structural integrity through localized cracking mechanisms (for example stress corrosion cracking or intergranular corrosion). Life and inspection frequencies are determined by the combination of materials selection and the severity and probability of exposure to aggressive substances. This is relevant to exposure in specific environments, such as those found above certain enclosed swimming pools, where aggressive deposits with high chloride concentrations can be generated. It also applies if there is a risk of fire in structures containing galvanized or zinc-coated metal components. In the case of fire, liquid zinc should not be able to drop onto the stainless steel.

(2) Хоча загальні вказівки по вибору матеріалів можуть бути дані для рівнів ризику 1 і 2, в разі рівня ризику 3 дуже важливо отримати рекомендацію експерта.

(2) Although general guidance on materials selection can be given for level 1 and level 2 risks, in the case of level 3 risk it is essential to seek expert guidance.

A.4 Вибір матеріалів

A.4 Selection of materials

A.4.1 *Загальні положення*

A.4.1 *General*

(1) Вибір найбільш прийнятної марки нержавіючої сталі повинен враховувати середовище застосування, технологію виробництва, можливість механічної обробки матеріалу, чистоту обробки поверхні і технічне обслуговування

(1) The selection of the most appropriate grade of stainless steel should take into account the environment of the application, the fabrication route, the ability to machine the material, the surface finish and the maintenance of the structure. Although

конструкції. Незважаючи на те, що нержавіючі сталі мають низькі вимоги до технічного обслуговування, необхідно приділити увагу розгляду розробки захисту від корозії матеріалу, обраного для використання в агресивних середовищах.

stainless steels have low maintenance requirements, detailed consideration needs to be given to design for corrosion resistance when a material is selected for use in a corrosive environment.

(2) Необхідно враховувати наступні ризики протягом проектного терміну експлуатації:

(2) Consideration should be given to the risks, over the design life of the structure, of the following:

- корозійного розтріскування під напруженням;
- stress corrosion cracking;
- щілинної корозії;
- crevice corrosion;
- гальванічної корозії;
- galvanic corrosion;
- точкової корозії;
- pitting;
- корозійних плям;
- staining;
- втрати товщини.
- loss of thickness.

(3) Перший крок – охарактеризувати середовище експлуатації. Корозійна агресивність середовища диктується рядом змінних, таких як вологість, температура повітря, наявність хімічних речовин та їх концентрація, вміст кисню і т. д. Корозія не зможе відбутися, якщо не присутня вологість. Наприклад, нагріті і вентильовані будівлі можуть бути класифіковані як сухі, і малоймовірно, що корозія відбудеться в таких умовах. Ризик конденсації вище в таких місцях, як кухні та пральні. Прибережні райони дуже корозійно агресивні через присутність високих концентрацій іонів хлориду в повітрі, тому конструкції, що піддаються впливу морських бризок особливо схильні до корозійного роз'їдання.

(3) The first step is to characterize the service environment. The corrosiveness of an environment is governed by a number of variables such as humidity, air temperature, presence of chemicals and their concentration, oxygen content, etc. Corrosion cannot occur unless moisture is present. For example, heated and ventilated buildings can be classified as dry, and corrosion is unlikely to occur in such environments. The risk of condensation is higher in areas such as kitchens and laundries. Coastal areas are very corrosive due to the presence of high concentrations of chloride ions in the air, so structures exposed to sea spray are particularly prone to corrosive attack.

(4) Після характеристики загального середовища необхідно взяти до уваги вплив безпосереднього оточення на нержавіючу сталь (наприклад, елементи і речовини, з якими матеріал ймовірно вступить в контакт). Стан поверхні, температура сталі і очікуване робоче напруження також можуть бути важливими параметрами.

(4) Having characterized the general environment, it is then necessary to take into account the effect of the immediate surroundings on the stainless steel (for example elements and substances that the material is likely to come into contact with). The surface condition, the temperature of the steel and the anticipated service stress can also be important parameters.

(5) Потім необхідно приділити увагу розгляду механічних характеристик і впливу від типу навантаження, включаючи робоче навантаження, цикли навантаження, вібрації, сейсмічні навантаження тощо.

(5) Consideration should then be given to mechanical properties and to the effects of the type of loading, including service loads, cyclic loads, vibrations, seismic loads and so on. The effects of cyclic heating and cooling might

Можливо, буде потрібно прорахувати вплив циклічного нагрівання та охолодження. Також при остаточному виборі необхідно брати до уваги простоту виробництва, доступність форм продукції, завершальну обробку поверхні і витрати.

need to be quantified. Ease of fabrication, availability of product forms, surface finish and costs also need to be taken into account in the final selection.

(6) Оцінка придатності марок найкращим чином проводиться з урахуванням досвіду використання нержавіючих сталей в аналогічних цілях і середовищах. Таблиця А.1 надає вказівки щодо вибору відповідних марок для атмосферних умов з точки зору корозії.

(6) Assessing the suitability of grades is best approached by referring to experience of stainless steels in similar applications and environments. For atmospheric environments, Table A.1 gives guidance for selecting suitable grades from a corrosion point of view.

(7) Крім класифікації нержавіючих сталей для атмосферних впливів, вказаних в таблиці А.1, також необхідно розрізняти:

(7) Besides the classification of stainless steels according to atmospheric applications, as in Table A.1, it is also necessary to make a distinction between:

– естетичні цілі: основна увага при виборі матеріалу приділяється підтриманню зовнішнього вигляду під час терміну експлуатації продукції (в цьому випадку необхідно розрізняти між зовнішнім і внутрішнім застосуванням);
– конструктивні цілі: основну увагу слід приділити механічним характеристикам.

– **cosmetic applications:** in which the prime consideration in the choice of material is to maintain the appearance during the life of the product [in this case it is necessary to distinguish between indoor and outdoor applications];
– **structural applications:** in which the mechanical properties are the prime consideration.

(8) У разі естетичних цілей необхідно брати до уваги не тільки навколишню атмосферу, але також і розташування частин і можливість їх природного очищення погодними явищами. Якщо частини розташовані під навісами (такими, як дахи), їх необхідно очищувати частіше.

(8) In the case of cosmetic applications, it is necessary to take into account not only the environmental atmosphere, but also the location of the parts and the possibility of their natural cleaning by weather agents. If the parts are located under shelters (such as roofs) they have to be cleaned more often.

(9) У разі конструктивних цілей, для яких істотно важливими є механічні характеристики, більшість атмосфер не мають згубного впливу на нержавіючі сталі.

(9) In the case of structural applications, for which mechanical properties are essential, most natural atmospheres have no detrimental effects on stainless steels.

(10) Деякі нержавіючі сталі придатні для багатьох видів застосувань у критих та відкритих басейнах. Для елементів, що сприймають навантаження в атмосферах, що містять хлориди, які не можуть регулярно очищуватися (наприклад, при підтримці стель над плавальними басейнами) повинні використовуватися наступні марки:

(10) Certain stainless steels are suitable for many applications in indoor and outdoor swimming pools. For loadbearing members in atmospheres containing chlorides that cannot be cleaned regularly (e.g. in suspended ceilings above swimming pools) the following grades should be used:

Вода басейна містить ≤250 мг/л іонів хлориду: Pool water containing ≤250 mg/l chloride ions:	1.4539, 1.4529, 1.4547, 1.4565
Вода басейна містить >250 мг/л іонів хлориду: Pool water containing >250 mg/l chloride ions:	1.4529, 1.4547, 1.4565

Примітка. Також можуть використовуватися альтернативні марки, за якими був продемонстрований еквівалентний опір корозійному розтріскуванню під напруженням при таких атмосферах.

NOTE: Alternative grades which have been shown to have equivalent resistance to stress corrosion cracking in these atmospheres may also be used.

(11) Для більш спеціалізованих застосувань, коли нержавіючі сталі контактують чи повністю занурюють в хімічні речовини, необхідне отримання рекомендацій фахівця.

(11) Expert advice should always be sought for more specialist applications, such as stainless steel in contact with, or immersed in, chemicals.

Таблиця А.1 (частина 1 з 2) – Запропоновані марки нержавіючої сталі для атмосферного застосування

Table A.1 (sheet 1 of 2) – Suggested grades of stainless steel for atmospheric applications

Марка сталі Steel grade to EN 10088	Типи навколишнього середовища та категорія корозії Type of environment and corrosion category											
	Сільська Rural			Міська Urban			Промислова Industrial			Морська Marine		
	Низькі Low	Середні Mid	Високі High	Низькі Low	Середні Mid	Високі High	Низькі Low	Середні Mid	Високі High	Низькі Low	Середні Mid	Високі High
1.4003 1.4016	Y[I]	X	X	Y[I]	X	X	X	X	X	X	X	X
1.4301 1.4311 1.4541 1.4318	Y	Y	Y	Y	Y	(Y)	(Y)	(Y)	X	Y	(Y)	X
1.4362 1.4401 1.4404 1.4406 1.4571	O	O	O	O	Y	Y	Y	Y	(Y)	Y	Y	(Y)
1.4439 1.4462 1.4529 1.4539	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	O	O	Y

Корозійні умови:

Низькі: Найменш агресивні умови для такого типу середовища. Наприклад, випадки з низькою вологістю чи низькими температурами.

Середні: Достатньо типові для такого типу середовища.

Високі: Корозія, ймовірно, буде вище, ніж це типово для такого типу середовища. Наприклад, підвищується високою вологістю, високими атмосферними температурами або особливо агресивними речовинами, що забруднюють повітря.

Corrosion conditions:

Low: Least corrosive conditions for that type of environment. For example cases tempered by low humidity or low temperatures.

Mid: Fairly typical for that type of environment.

High: Corrosion likely to be higher than typical for that type of environment. For example, increased by persistent high humidity, high ambient temperatures or particularly aggressive air pollutants.

Таблиця А.1 (частина 2 з 2) – Запропоновані марки нержавіючої сталі для атмосферного застосування

Table A.1 (sheet 2 of 2) – Suggested grades of stainless steel for atmospheric applications

Ключ:
Key:

- O - Можливі характеристики з точки зору корозії.
  Potential over-specification from a corrosion point of view.
- Y - Ймовірно найкращий вибір для опору корозії і іржі.
  Probably the best choice for corrosion resistance and cost.
- Y^I - Тільки для внутрішнього застосування. Необхідно уникати використання феритних нержавіючих сталей для естетичних цілей.
  Indoor applications only. The use of ferritic stainless steels for cosmetic applications should be avoided.
- X - Ймовірно буде підданий надмірній корозії.
  Likely to suffer excessive corrosion.
- (Y) - Варто розглянути за умови, що вжито необхідні запобіжні заходи (тобто передбачити відносно гладеньку поверхню і потім проводити регулярну промивку)
  Worth considering provided that suitable precautions are taken [i.e. specify a relatively smooth surface and then carry out regular washing].

А.4.2 ***Болти***

(1) Для матеріалу болтів по EN ISO 3506-1:

– А2 є еквівалентом з точки зору опору корозії для 1.4301;

– А3 є еквівалентом з точки зору опору корозії для 1.4541;

– А4 є еквівалентом з точки зору опору корозії для 1.4401 и 1.4404;

– А5 є еквівалентом з точки зору опору корозії для 1.4571.

Марка А1 має низький опір корозії і не повинна використовуватися для болтів.

(2) У разі використання марок сталі 1.4439, 1.4539, 1.4529 і 1.4462 повинні використовуватися болти, що виконані з однієї з цих сталей для досягнення такої ж стійкості до корозії.

(3) Необхідно з обережністю підходити до розгляду питання використання легкооброблюваної нержавіючої сталі для кріплення. Домішки сірки в складі цих сталей (таких як аустенітна марка 1.4305) можуть зробити їх більш схильними до корозії, особливо в промисловому і морському середовищі.

A.4.2 ***Bolts***

(1) For bolt material to EN ISO 3506-1:

– A2 is equivalent in terms of its corrosion resistance to 1.4301,

– A3 is equivalent in terms of its corrosion resistance to 1.4541,

– A4 is equivalent in terms of its corrosion resistance to 1.4401 and 1.4404,

– A5 is equivalent in terms of its corrosion to 1.4571.

Grade A1 is of lower corrosion resistance and should not be used for bolts.

(2) In the case of steel grades 1.4439, 1.4539, 1.4529 and 1.4462, bolts from one of these steels should be used to reach the same corrosion resistance.

(3) Caution should be exercised when considering the use of “free-machining” stainless steels for fasteners. The addition of sulfur in the composition of these steels (such as the austenitic grade 1.4305) may render them more liable to corrosion, especially in industrial and marine environments.

A.5 Перелік заходів для боротьби з корозією

(1) Найбільш важливим кроком для запобігання проблем з корозією є вибір відповідної марки нержавіючої сталі з відповідними процесами виробництва для певного середовища. Однак, навіть після зазначення певної сталі необхідна ретельна деталізація для того, щоб досягти повного можливого опору корозії.

(2) В перевірочному листі, наведеному для розгляду нижче, деякі пункти можуть не повною мірою описувати конструкційну надійність, а деякі не призначені для застосування в усіх середовищах. Зокрема, багато з них не знадобляться в середовищах з низькою корозійною активністю або там, де проводиться регулярне технічне обслуговування.

(3) Необхідно досягти балансу між використанням зварювання і застосуванням болтів для гарантії оптимального опору корозії з мінімальною зварювальною деформацією. Необхідно врахувати наступні пункти:

а) Уникайте скупчення бруду, див. рисунок А.1, за рахунок:

- орієнтації кутових і канальних профілів для мінімізації ймовірності затримки бруду;
- передбачення дренажних отворів достатнього розміру для запобігання забрудненню;
- уникнення горизонтальних поверхонь;
- позначення невеликого ухилу накладних ребер жорсткості, які зазвичай розташовуються в горизонтальній площині;
- використання трубчастого і сортового прокату (у місцях, в яких є можливим утворення шкідливих конденсатів необхідно запечатати труби сухим газом або повітрям);
- передбачення обробки шліфуванням (для зовнішніх застосувань використовується значення $R_a \le 0,5 \mu m$)

A.5 Design for corrosion control

(1) The most important step in preventing corrosion problems is selecting an appropriate grade of stainless steel, with suitable fabrication procedures for the given environment. However, even after specifying a particular steel, careful detailing is necessary in order to achieve its full potential corrosion resistance.

(2) In the check list for consideration given below, some points might not give the best detail for structural strength, and some are not intended to be applied in all environments. In particular, many would not be required in environments of low corrosiveness or where regular maintenance is carried out.

(3) A balance should be achieved between the use of welding and bolting to ensure optimum performance against corrosion with minimum welding distortion. The following points should be considered:

a) Avoid dirt entrapment, see Figure A.1, by:

- orientating angle and channel profiles to minimise the likelihood of dirt retention;
- providing drainage holes, ensuring they are of sufficient size to prevent blockage;
- avoiding horizontal surfaces;
- specifying a small slope on gusset stiffeners that nominally lie in a horizontal plane;
- using tubular and bar sections [Seal tubes with dry gas or air where there is a risk of harmful condensates forming];
- specifying smooth finishes ($R_a \le 0,5 \mu m$ for external applications is a suitable value).

b) Уникайте щілин, див. рисунок А.2, за рахунок:

– використання зварних з'єднань, а не з’єднань на болтах;

– використання зварних швів або мастик-наповнювачів;

– бажано шкурити або профілювати зварні шви;

– запобігання біозабруднення (зауважте, що хлорування води може привести до утворення точкової іржі).

c) Зменшіть ймовірність корозійного розтріскування під напруженням в тих специфічних середовищах, де це може відбуватися, за рахунок:

– мінімізації напруження, що виникає в процесі виробництва шляхом обережного вибору послідовності зварювання;

– дробоструйної обробки (не використовуйте залізні або сталеві дробини).

d) Зварні шви завжди повинні очищатися для відновлення стійкості до корозії. Зменшіть ймовірність точкової корозії за рахунок:

– усунення зварних бризок;

– очищення щіткою з нержавіючого сталевого дроту або протравлювання нержавіючої сталі для усунення небажаних продуктів зварювання (необхідно уникати застосування сильно окислюючих реагентів, що містять хлорид, таких як хлорид заліза; замість цього повинна використовуватися протравлююча ванна або протравлююча паста, що містять суміш азотної і фтористоводневої кислот; після протравлювання необхідно провести ретельну промивку водою);

– уникнення підхоплення частинок вуглецевої сталі (наприклад, використовуйте площу цеху та інструмент, які призначені для нержавіючої сталі);

– дотримання відповідної програми

b) Avoid crevices, see Figure A.2, by:

– using welded rather than bolted connections;

– using closing welds or mastic fillers;

– preferably dressing or profiling welds;

– preventing bio-fouling [Note that chlorination of the water may cause pitting].

c) Reduce likelihood of stress corrosion cracking in those specific environments where it might occur by:

– minimising fabrication stresses by careful choice of welding sequence;

– shot peening [Do not use iron or steel shot].

d) Welds should always be cleaned to restore corrosion resistance. Reduce the likelihood of pitting by:

– removing weld splatter;

– brushing with a stainless steel wire brush or pickling the stainless steel to remove unwanted welding products [Strongly oxidising chloride-containing reagents such as ferric chloride should be avoided. Instead, a pickling bath or a pickling paste, both containing a mixture of nitric acid and hydrofluoric acid, should be used. After pickling thorough rinsing with water should be carried out.];

– avoiding pick-up of carbon steel particles [For example, use workshop areas and tools that are dedicated to stainless steel];

– following a suitable maintenance

технічного обслуговування.

e) Зменшіть ймовірність біметалевої корозії за рахунок:

– електричної ізоляції;

– належне використання фарбування;

– мінімізації періодів вологості.

f) Щоб запобігти спонтанному виникненню крихкості, зменшіть ймовірність корозійного роз'їдання рідким цинком.

programme.

e) Reduce likelihood of bimetallic corrosion by:

– electrical insulation;

– using paints appropriately;

– minimising periods of wetness.

f) Reduce likelihood of attack by molten zinc in order to prevent spontaneous embrittlement.

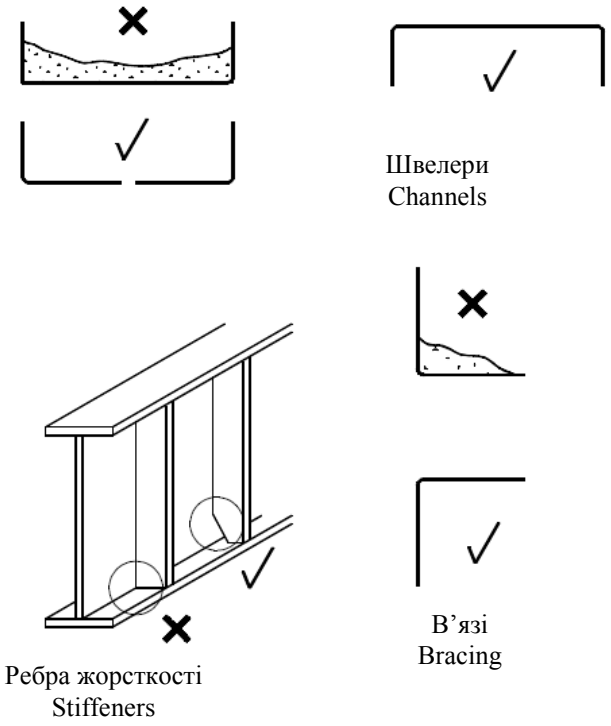


Рисунок A.1 – Уникайте затримки бруду
Figure A.1 – Avoiding dirt entrapment

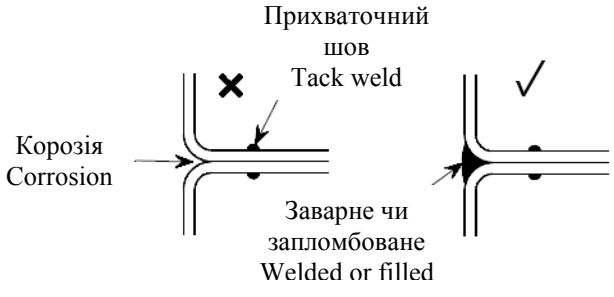


Рисунок A.2 – Уникнення тріщин
Figure A.2 – Avoiding crevices

A.6 З’єднання

A.6.1 *Загальні положення*

(1) Проектування з'єднань потребує особливо уважного ставлення для

A.6 Connections

A.6.1 *General*

(1) The design of connections, in particular, needs careful attention to maintain

підтримки оптимального опору корозії.

(2) Це особливо важливо для з’єднань, які можуть стати вологими від погоди, бризок, занурення, конденсації або з інших причин. Необхідно передбачити можливість уникнення або зменшення проблем, пов'язаних з корозією, за рахунок розташування з'єднань далеко від джерела вологи. В якості альтернативи можна усунути джерело вологи, наприклад, у випадку конденсації за допомогою відповідної вентиляції або гарантувавши, що температура середовища в конструкції вище температури конденсації.

(3) Якщо не доцільно запобігати зволоженню з'єднання, що включає як вуглецеву сталь, так і нержавіючу сталь, необхідно продумати запобігання електрохімічної корозії.

(4) Вплив навантажень і корозії в робочих умовах має визначатися і реєструватися настільки повно і точно, наскільки це можливо.

A.6.2 *З’єднання на болтах*

(1) Необхідно уникати використання болтів з вуглецевої сталі з конструкційними елементами з нержавіючої сталі. У з'єднаннях на болтах, щодо яких очікується, що вони будуть схильні до певної міри корозії, необхідно передбачити електричну ізоляцію вуглецевої сталі від елементів з нержавіючої сталі. Це звичайно тягне за собою використання неметалевих ізолюючих шайб і можливо вкладишів. Відповідний тип деталі зображений на рисунку A.3. Матеріал, який утворює ізоляцію, повинен бути достатньо надійним для запобігання контакту при роботі між вуглецевою і нержавіючою сталлю.

(2) Для уникнення щілинної корозії в з'єднаннях на болтах необхідно з обережністю підходити до вибору відповідних матеріалів для заданого середовища.

(3) Болти повинні мати як мінімум таку ж стійкість до корозії в довгостроковій перспективі в умовах експлуатації, як пов'язані частини.

optimum corrosion resistance.

(2) This is especially so for connections that might become wet from the weather, spray, immersion, condensation, or other causes. The possibility of avoiding or reducing associated corrosion problems by locating connections away from the source of dampness should be investigated. Alternatively, it might be possible to remove the source of dampness; for instance, in the case of condensation, by adequate ventilation or by ensuring that the ambient temperature within the structure lies above the dew point temperature.

(3) If it is not practicable to prevent a connection involving both carbon steel and stainless steel from becoming wet, consideration should be given to preventing galvanic corrosion.

(4) Loads and corrosion influences under service conditions should be determined and recorded as completely and exactly as practicable.

A.6.2 *Bolted connections*

(1) The use of carbon steel bolts with stainless steel structural elements should always be avoided. In bolted connections that would be prone to an unacceptable degree of corrosion, provision should be made for electrically isolating the carbon steel from the stainless steel elements. This generally entails the use of non-metallic insulating washers and possibly bushes. A suitable typical detail is shown in Figure A.3. The material forming the insulation should be sufficiently robust to prevent the carbon steel and the stainless steel from coming into contact with each other in service.

(2) To avoid crevice corrosion in bolted joints, care should be taken in selecting appropriate materials for the given environment.

(3) The bolts should be at least as resistant to corrosion in the long term under service conditions as the connected parts.

(4) Всі з'єднання на болтах повинні бути шліфованими, без будь-яких щілин між з'єднаними частинами.

(5) За виключенням з'єднань, що містять вуглецеву і нержавіючу сталі, необхідно уникати проміжних рівнів, які повинні передавати навантаження в з'єднанні.

(6) Повинні використовуватися прокладки більшого діаметру, ніж для вуглецевої сталі.

(4) All bolted connections should be smooth and without any gap between the connected parts.

(5) Except in the case of connections involving carbon and stainless steels, intermediate layers that have to transmit loads in the connection should be avoided.

(6) Larger diameter washers should be used than for carbon steel.

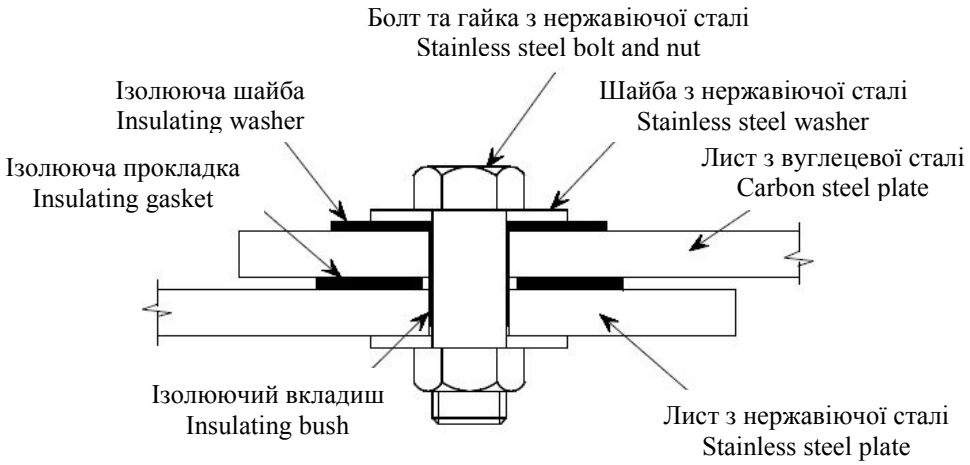


Рисунок A.3 – Уникання електрохімічної корозії при з'єднанні різних матеріалів
Figure A.3 – Avoiding galvanic corrosion when in connecting dissimilar materials

A.6.3 *Зварні з'єднання*

(1) Для зварних з'єднань, що включають вуглецеву і нержавіючу сталі, зазвичай рекомендується, щоб будь-яке фарбування, яке наноситься на вуглецеву сталь, виступало за зварний шов і охоплювало деяку площу нержавіючої сталі, якщо з'єднання потенційно схильне до корозії.

(2) Характеристики основного металу можуть змінитися через зварювання, що може зменшити опір корозії. Це явище відоме як корозія зварного шва. Цикли нагрівання та охолодження, пов'язані зі зварюванням, впливають на мікроструктуру всіх нержавіючих сталей, але деякі марки схильні до впливу більше, ніж інші. Це особливо важливо для аустенитно-феритних матеріалів. Відповідно, дуже важливо, щоб застосовувалися відповідні процедури зварювання та витратні матеріали, і щоб зварювання проводилося зварниками, які

A.6.3 *Welded connections*

(1) For welded connections involving carbon and stainless steels, it is generally recommended that any paint system applied to the carbon steel should extend over the weldment, and cover some area of the stainless steel if the connection is potentially subject to corrosion.

(2) The properties of the parent material might be changed by welding, thereby reducing the corrosion resistance. This is known as weld decay. The heating and cooling cycle involved in welding affects the microstructure of all stainless steels, but some grades are affected more than others. This is of particular importance for austenitic-ferritic materials. Accordingly, it is essential that suitable welding procedures and consumables are used and that the welding is carried out by suitably skilled welders.

мають необхідну кваліфікацію.

(3) Односторонні часткового проникнення стикувальні зварні шви не повинні використовуватися в сильно забруднених або в агресивних морських середовищах. Переривчасті зварні шви не повинні використовуватися там, де ймовірне виникнення щілинної корозії.

(3) Single sided partial penetration butt welds should not be used in heavily polluted environments or in aggressive marine environments. Intermittent welds should not be used where crevice corrosion is likely to occur.

ДОДАТОК В (довідковий) НЕРЖАВІЮЧА СТАЛЬ В ЗМІЦНЕНОМУ ХОЛОДНОЮ ОБРОБКОЮ СТАНІ

В.1 Загальні положення

(1) У цьому додатку викладені правила для використання нержавіючої сталі в зміцненому холодною обробкою стані або холодною прокаткою, або за рахунок процесу виробництва конструкційного елементу або комбінацією того й іншого.

(2) Правила прийнятні, тільки якщо підтримуються характеристики під час виробництва і виконання конструкції, і під час розрахункового терміну експлуатації конструкції. Зварювання або теплова обробка продукції не повинна проводитися, якщо тільки не буде підтверджено випробуваннями, відповідно до розділу 7, що виконання конструкції не погіршить механічні характеристики нижче прийнятих значень.

В.2 Зміцнення при холодній прокатці

(1) Для матеріалу, що поставляється в зміцненому холодною прокаткою стані, згідно EN 10088, можуть бути прийняті збільшені номінальні значення межі текучості f_y та тимчасового опору f_u. Граничне напруження, вказане в EN 10088, може бути взяте як нормативна міцність, див. таблицю В.1. Межа текучості в таблиці В.1 може використовуватися як нормативна міцність за умови, що вона гарантується виробником.

(2) Правила проектування, що наведені в цій частині 1-4, прийнятні для матеріалу до марки С700 і СР350. Для більш високих марок в проектуванні повинні використовуватися випробування згідно з розділом 7, за винятком випадків, коли опір поперечного перерізу без локальної або загальної нестабільності може бути розрахований згідно з розділом 5 для поперечного перерізу класів 1, 2 і 3.

ANNEX B [informative] – STAINLESS STEEL IN THE WORK HARDENED CONDITION

B.1 General

(1) This Annex gives rules for the use of stainless steel in the work hardened condition either by cold rolling or by the fabrication process of the structural member, or a combination of both.

(2) The rules are applicable only if the properties are maintained during the fabrication and execution of the structure and during the design life of the structure. Welding or heat treatment of the products should not be done unless it can be demonstrated by testing, in accordance with Section 7, that the execution of the structure will not reduce the mechanical properties below the values to be adopted.

B.2 Work hardening from cold rolling

(1) For material delivered in the cold worked conditions specified in EN 10088, increased nominal values of yield strength f_y and ultimate tensile strength f_u may be adopted. The ultimate strength given in EN 10088 may be taken as the characteristic strength, see Table B.1. The yield strength in Table B.1 may be used as characteristic strength provided that it is guaranteed by the producer.

(2) The design rules given in this Part 1-4 are applicable for material up to grade C700 and CP350. For higher grades, design should be by testing according to Section 7, except that the cross-section resistance without local or global instability may be calculated according to Section 5 for cross-section classes 1, 2 and 3.

Таблиця В.1 - Номінальні значення для межі текучості f_y та тимчасового опору f_u для зміцненої холодною прокаткою конструкційної нержавіючої сталі по EN 10088

Table B.1 - Nominal values of the yield strength f_y and the ultimate tensile strength f_u for work hardened structural stainless steels to EN 10088

Тип нержавіючої сталі Type of stainless steel	0,2% запасу міцності в стані холодної прокатки 0,2% proof strength level in the cold worked condition	f_y, Н/мм^2 N/mm^2	Значення тимчасового опору в стані холодної прокатки Tensile strength level in the cold worked condition	f_u, Н/мм^2 N/mm^2
Аустенітні сталі Austenitic steels	CP350	350	C700	700
	CP500	500	C850	850
	CP700	700	C1000	1000

B.3 Зміцнення при виготовленні

(1) Зміцнення під час виготовлення конструкційних компонентів може бути використано в проектуванні, за умови, що вплив зміцнення був підтверджений повномасштабними випробуваннями відповідно до розділу 7.

(2) Для проектування з'єднань, які не є частиною повномасштабних випробувань, повинні використовуватися номінальні значення міцності.

B.3 Work hardening from fabrication

(1) Work hardening during fabrication of structural components may be utilised in the design provided that the effect of work hardening has been verified by full size tests in accordance with Section 7.

(2) For design of connections which are not part of the full size testing, nominal strength values should be used.

ДОДАТОК С (довідковий) МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ МАТЕРІАЛУ

ANNEX C [informative] – MODELLING OF MATERIAL BEHAVIOUR

C.1 Загальні положення

(1) У цьому додатку викладені рекомендації з моделювання поведінки матеріалу.

C.1 General

(1) This Annex gives guidance for the modelling of material behaviour.

C.2 Характеристики матеріалів

(1) Характеристики матеріалу E, f_y та f_u для розрахунків методом скінченних елементів повинні братися як характеристичні значення. Правила проектування методом скінченних елементів наведені в Додатку С EN 1993-1-5.

C.2 Material properties

(1) Material properties E, f_y and f_u for FE-calculations should be taken as characteristic values. Rules for design by FE methods are given in informative Annex C of EN 1993-1-5.

(2) В залежності від необхідної точності та максимального досягнутого напруження, можуть бути використані наступні підходи до моделювання поведінки матеріалу:

(2) Depending on the accuracy required and the maximum strains attained, the following approaches for modelling the material behaviour may be used:

а) крива залежності деформації від напруження з деформаційним зміцненням розраховується наступним чином:

a) stress-strain curve with strain hardening calculated as follows:

$$\begin{cases} \dfrac{\sigma}{E}+0,002\left(\dfrac{\sigma}{f_y}\right)^n \quad для\,(for)\ \sigma \le f_y \\ 0,002+\dfrac{f_y}{E}+\dfrac{\sigma-f_y}{E_y}+\varepsilon_u\left(\dfrac{\sigma-f_y}{f_u-f_y}\right)^m \quad для\,(for)\ f_y<\sigma\le f_u \end{cases} \tag{C.1}$$

де:

n - коефіцієнт, який визначається як $n=\dfrac{\ln(20)}{\ln\left(f_y/R_{p0,01}\right)}$, в якому $R_{p0,01}$ - умовна границя текучості, що відповідає залишковій деформації 0,01 %.
n може бути взяте з таблиці 4.1 або може бути розраховане з виміряних характеристик;

E_y - дотичний модуль кривої залежності деформації від напруження при межі текучості, що визначається як $E_y=\dfrac{E}{1+0,002n\,E/f_y}$;

ε_u - граничне напруження, що

where:

n is a coefficient defined as $n=\dfrac{\ln(20)}{\ln\left(f_y/R_{p0,01}\right)}$ in which $R_{p0,01}$ is the 0,01 % proof stress.

n may be taken from Table 4.1 or it may be calculated from measured properties.

E_y is the tangent modulus of the stress-strain curve at the yield strength defined as: $E_y=\dfrac{E}{1+0,002n\,E/f_y}$.

ε_u is the ultimate strain, corresponding to the

відповідає тимчасовому опору f_u, яке може бути отримане з наближеної формули $\varepsilon_u = 1 - \frac{f_y}{f_u}$, але $\varepsilon_u \le A$, де A - деформація після руйнування, визначена в EN 10088;

m - коефіцієнт, який може бути визначений як $m = 1 + 3{,}5\frac{f_y}{f_u}$.

ultimate strength f_u, where ε_u may be obtained from the approximation: $\varepsilon_u = 1 - \frac{f_y}{f_u}$ but $\varepsilon_u \le A$ where A is the elongation after fracture defined in EN 10088.

m is a coefficient that may be determined as $m = 1 + 3{,}5\frac{f_y}{f_u}$.

b) крива залежності деформації від напруження, розрахована як в вище вказаному пункті а) за виміряними характеристиками;

b) stress-strain curve calculated as in a) above from measured properties

c) дійсна крива залежності деформації від напруження, що розрахована по технічній кривій залежності деформації від напруження, визначається наступним чином:

c) true stress-strain curve calculated from an engineering stress-strain curve as measured as follows:

$$\sigma_{true} = \sigma(1 + \varepsilon)$$
$$\varepsilon_{true} = \ln(1 + \varepsilon) \qquad \text{(C.2)}$$

Код УКНД: 91.010.30

Ключові слова: втрата стійкості, точкова корозія, щілинна корозія, біметалева корозія, аустенітні нержавіючі сталі, аустенітно-феритні нержавіючі сталі, довговічність, втома.

Генеральний директор ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського», д.т.н., проф.	О. Шимановський
Завідувач НДВТР, к.т.н.	А. Гром
Завідувач групи СНТД	Г. Ленда
Головний науковий співробітник (керівник розробки), д.т.н., проф.	В. Циховський
Старший науковий співробітник	Н. Сирота
Завідувач групи ІК	О. Кордун
Інженер ІІ категорії	О. Іванченко
Провідний інженер	Я. Левченко
Завідувач групи НТД	Я. Лимар
Перекладач	К. Павлова