



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**ЄВРОКОД 3. ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ
КОНСТРУКЦІЙ**

**Частина 1-9. Витривалість
(EN 1993-1-9:2005, IDT)**

ДСТУ-Н Б EN 1993-1-9:201X

(проект, остаточна редакція)

Київ

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

201X

пр. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-9:201X

ПЕРЕДМОВА

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

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

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

3 Національний стандарт відповідає EN 1993-1-9:2005 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-9: Fatigue (Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-9. Витривалість) з технічною поправкою EN 1993-1-9:2005/AC:2009.

Ступінь відповідності – ідентичний (IDT)

Переклад з англійської (en)

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

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

Мінрегіон України, 201X

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад EN 1993-1-9:2005 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-9: Fatigue (Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-9. Витривалість) з технічною поправкою EN 1993-1-9:2005/AC:2009.

EN 1993-1-9:2005 підготовлено Технічним комітетом CEN/TC 250, секретаріатом якого керує BSI.

До національного стандарту долучено англomовний текст.

На території України як національний стандарт діє ліва колонка тексту ДСТУ-Н Б EN 1993-1-9:2005 «Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-9. Витривалість (EN 1993-1-9:2005, IDT)», викладена українською мовою.

Відповідно до ДБН А.1.1-1-2009 «Система стандартизації та нормування в будівництві. Основні положення» цей стандарт відноситься до комплексу В.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 1993-1-9» у цей «національний вступ» взяте те, що безпосередньо стосується цього стандарту;
- національний довідковий додаток наведено як настанову для користувачів.

Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних МС, посилання на які є в EN 1993-1-9:2005, наведено в додатку НА.

Копії МС, неприйнятих як національні стандарти, на які є посилання в EN 1993-1-9:2005, можна отримати в Головному фонді нормативних документів ДП «УкрНДНЦ».

Технічна поправка EN 1993-1-9:2005/AC:2009 до EN 1993-1-9:2005 подана в кінці ДСТУ-Н Б EN 1993-1-9:20XX.

ЗМІСТ

Вступ	Foreword	C. V
Основи програми Єврокодів	Background of the Eurocode programme	1
Статус та галузь застосування Єврокодів	Status and field of application of Eurocodes	2
Національні стандарти, що впроваджують Єврокоди	National Standards implementing Eurocodes	4
Зв'язки між Єврокодами та гармонізованими технічними специфікаціями (ENs and ETAs) для виробів	Links between Eurocodes and harmonised technical specifications (ENs and ETAs) for products	4
Національний Додаток до EN 1993-1-9	National Annex for EN 1993-1-9	5
1 Загальні положення	1 General	6
1.1 Галузь застосування	1.1 Scope	6
1.2 Нормативні посилання	1.2 Normative references	7
1.3 Терміни і визначення	1.3 Terms and definitions	7
1.3.1 Загальні положення	1.3.1 General	7
1.3.2 Параметри втомного навантаження	1.3.2 Fatigue loading parameters	8
1.3.3 Втома	1.3.3 Fatigue strength	10
1.4 Позначення	1.4 Symbols	11
2 Основні вимоги і методи	2 Basic requirements and methods	12
3 Методи оцінки	3 Assessment methods	13
4 Напруження від втомних навантажень	4 Stresses from fatigue actions	16
5 Визначення напружень	5 Calculation of stresses	16
6 Визначення діапазону напруження	6 Calculation of stress ranges	18
6.1 Загальні положення	6.1 General	18
6.2 Розрахункове значення номінального діапазону напруження циклу	6.2 Design value of nominal stress range	19
6.3 Розрахункове значення змінного номінального діапазону напруження циклу	6.3 Design value of modified nominal stress range	19
6.4 Розрахункові значення діапазону напруження циклу для зварних з'єднань профілів з порожнинами	6.4 Design value of stress range for welded joints of hollow sections	2
6.5 Розрахункове значення діапазону напруження для локального напруження	6.5 Design value of stress range for geometrical (hot spot) stress	20
7 Межа втоми	7 Fatigue strength	20
7.1 Загальні положення	7.1 General	20
7.2 Зміна межі втоми	7.2 Fatigue strength modifications	25
7.2.1 Елементи без зварювання або зі зварними з'єднаннями з повністю знятим внутрішнім залишковим напруженням	7.2.1 Non-welded or stress-relieved welded details in compression	25
7.2.2 Вплив розмірів	7.2.2 Size effect	25
8 Розрахунок втоми	8 Fatigue verification	26
Додаток А (обов'язковий) Визначення параметрів втомного навантаження і форми контролю	Annex A [normative] Determination of fatigue load parameters and verification formats	63
A.1 Визначення процесів навантаження	A.1 Determination of loading events	63
A.2 Історія навантаження в елементі	A.2 Stress history at detail	63
A.3 Підрахунок циклів	A.3 Cycle counting	63

A.4 Спектр діапазону напруження циклу	A.4 Stress range spectrum	63
A.5 Число циклів до руйнування	A.5 Cycles to failure	64
A.6 Форми контролю	A.6 Verification formats	65
Додаток В (обов'язковий)	Annex B [normative] Fatigue resistance	
Витривалість з використанням методу локального напруження	using the geometric (hot spot) stress method	67
Бібліографія	Bibliography	70
Додаток НА (довідковий)	Annex NA (informative)	71
Технічна поправка	Technical amendment	72

Вступ

Цей Європейський Стандарт EN 1993, Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій, підготовлений Технічним комітетом CEN/TC250 "Будівельні Єврокоди", секретаріат якого підтримує BSI. CEN/TC250 відповідальний за всі Конструктивні Єврокоди.

Цьому Європейському стандарту буде наданий статус національного з публікацією ідентичного тексту, або схваленням, до листопада 2005 року, і альтернативні національні стандарти повинні бути відмінені до березня 2010 року.

Цей Єврокод замінює ENV 1993-1-9.

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

Foreword

This European Standard EN 1993, Eurocode 3: Design of steel structures, 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 November 2005 and conflicting National Standards shall be withdrawn at latest by March 2010.

This Eurocode supersedes ENV 1993-1-9.

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 1-9. ВИТРИВАЛІСТЬ****ЄВРОКОД 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ЧАСТЬ 1-9. ВЫНОСЛИВОСТЬ****EUROCODE 3: DESIGN OF STEEL STRUCTURES
PART 1-9: FATIGUE**

Чинний від _____

**Основи
програми Єврокодів**

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

У рамках цієї програми дій Комісія взяла на себе ініціативу 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 ЄУ (Європейської Спільноти) та ЕФТА (Європейської асоціації вільної торгівлі) на основі угоди¹ між Комісією та СЕН (Європейським комітетом із стандартизації) вирішили передати підготовку та публікацію Єврокодів СЕН за допомогою серії Мандатів, що надало б Єврокодам у майбутньому статусу

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

**Background
of the Eurocode programme**

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

Within this action programme, the Commission took the initiative to establish a set of harmonised technical rules for the design of construction works which, in a first stage, would serve as an alternative to the national rules in force in the Member States and, ultimately, would replace them.

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

In 1989, the Commission and the Member States of the EU and EFTA decided, on the basis of an agreement¹ between the Commission and CEN, to transfer the preparation and the publication of the Eurocodes to CEN through a series of Mandates, in order to provide them with a future status of European Standard (EN). This links *de facto* the

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

Європейського Стандарту (EN). Це пов'язує Єврокоди з положеннями Директив Ради і рішень Комісії щодо Європейських стандартів (тобто Директиви Ради 89/106/ЄЕС щодо будівельних виробів – CPD – та Директив Ради 93/37/ЄЕС, 92/50/ЄЕС та 89/440/ЄЕС відносно суспільних робіт та послуг і еквівалентних директив ЄФТА, започаткованих, щоб допомогти заснуванню внутрішнього ринку).

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

EN 1990 Єврокод. Основи проектування конструкцій

EN 1991 Єврокод 1. Дії на конструкції

EN 1992 Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій

EN 1993 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій

EN 1994 Єврокод 4. Проектування сталезалізобетонних конструкцій

EN 1995 Єврокод 5. Проектування дерев'яних конструкцій

EN 1996 Єврокод 6. Проектування кам'яних конструкцій

EN 1997 Єврокод 7. Геотехнічне проектування

EN 1998 Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій

EN 1999 Єврокод 9. Проектування алюмінієвих конструкцій

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

Статус та галузь застосування Єврокодів

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

– як засіб доведення відповідності будівель і споруд основним вимогам Директиви Ради

Eurocodes with the provisions of all the Council's Directives and/or Commission's Decisions dealing with European standards (e.g. the Council Directive 89/106/EEC on construction products - CPD - and Council Directives 93/37/EEC, 92/50/EEC and 89/440/EEC on public works and services and equivalent EFTA Directives initiated in pursuit of setting up the internal market).

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

EN 1990 Eurocode: Basis of Structural Design

EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures

EN 1992 Eurocode 2: Design of concrete structures

EN 1993 Eurocode 3: Design of steel structures

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

EN 1995 Eurocode 5: Design of timber structures

EN 1996 Eurocode 6: Design of masonry structures

EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical design

EN 1998 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance

EN 1999 Eurocode 9: Design of aluminium structures

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

Status and field of application of Eurocodes

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

– as a means to prove compliance of building and civil engineering works with the essential

89/106/ЕЕС, 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 з тлумачними документами² розділу 12 CPD, незважаючи на те, що вони мають різну природу з гармонізованими стандартами на вироби³. Таким чином, технічні аспекти, які впливають з Єврокодів для будівель і споруд, повинні в повній мірі бути розглянутими Технічними комітетами CEN та/чи робочими групами EOTA, які розробляють стандарти на будівельні вироби, з позицій досягнення повної сумісності технічних специфікацій з Єврокодами.

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

²Відповідно до Ст. 3.3 CPD, Основні вимоги (ER) отримають конкретну форму у Тлумачних документах для створення необхідних зв'язків між Основними вимогами та мандатами на ENs і ETAGs/ETAs.

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

- a) надати конкретну форму основним вимогам, узгодивши термінологію і технічні засади, і вказати класи або рівні для кожної вимоги, де це необхідно;
- b) вказати методи встановлення співвідношення між цими класами або рівнями вимог з технічними вимогами, наприклад, методи розрахунку і перевірки, технічні правила проектування, і т. ін.;
- c) слугувати як рекомендації для встановлення узгоджених стандартів і настанов для Європейського технічного ухвалення.

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

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

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

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

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

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

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

Національні стандарти, що впроваджують Єврокоди

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

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

- значення і/або класи де в Єврокодi даються альтернативи;
- значення, які слід використовувати, коли в Єврокодi надається тільки позначення;
- специфічні дані країни (географічні, кліматичні, тощо), наприклад, карта снігу;
- процедура, яка використовується, коли альтернативні процедури обумовлені в Єврокодi;

В ньому можуть бути

- визначення щодо застосування інформаційних додатків;
- посилання на додаткову інформацію, яка не суперечить нормативним вимогам і допомагає при користуванні Єврокодами.

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

Необхідна узгодженість між гармонізованими технічними специфікаціями для будівельних виробів та технічними правилами для будівель і споруд⁴.

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

National Standards implementing Eurocodes

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

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

- values and/or classes where alternatives are given in the Eurocode,
- values to be used where a symbol only is given in the Eurocode,
- country specific data (geographical, climatic etc.) e.g. snow map,
- the procedure to be used where alternative procedures are given in the Eurocode,

It may contain

- decisions on the application of informative annexes,
- references to non-contradictory complementary information to assist the user to apply the Eurocode.

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

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

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

Крім того, повна інформація, яка супроводжує маркування CE будівельних виробів і має відношення до Єврокодів, повинна чітко зазначати, які національно визначені параметри були прийняті до уваги.

Національний Додаток до EN 1993-1-9

Цей стандарт надає альтернативні процедури, значення і рекомендації для класів із примітками, які можуть вказувати місце, де необхідно зробити національний вибір. Національний стандарт, який впроваджує EN 1993-1-9, повинен мати національний додаток, який включав би усі національно визначені параметри при проектуванні сталевих конструкцій, що будуть побудовані у відповідній країні.

Національним вибором дозволено увійти до EN 1993-1-9 за допомогою:

- 1.1(2)
- 2(2)
- 2(4)
- 3(2)
- 3(7)
- 5(2)
- 6.1(1)
- 6.2(2)
- 7.1(3)
- 7.1(5)
- 8(4)

Furthermore, all the information accompanying the CE Marking of the construction products which refer to Eurocodes should clearly mention which Nationally Determined Parameters have been taken into account.

National Annex for EN 1993-1-9

This standard gives alternative procedures, values and recommendations for classes with notes indicating where National choices may have to be made. The National Standard implementing EN 1993-1-9 should have a National Annex containing all Nationally Determined Parameters for the design of steel structures to be constructed in the relevant country.

National choice is allowed in EN 1993-1-9 through:

- 1.1(2)
- 2(2)
- 2(4)
- 3(2)
- 3(7)
- 5(2)
- 6.1(1)
- 6.2(2)
- 7.1(3)
- 7.1(5)
- 8(4)

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Галузь застосування

(1) EN 1993-1-9 приводить методи для оцінки витривалості елементів конструкцій, з'єднань і вузлів, що піддаються впливу втомних навантажень.

(2) Ці методи ґрунтуються на випробуван-нях витривалість великорозмірних зразків, з урахуванням впливів конструктивних і структурних дефектів, пов'язаних з виробництвом і виготовленням конструкцій (наприклад, вплив допусків і залишкового напруження при зварюванні).

Примітка 1. Див. EN 1090 в частині допусків. Вибір стандартів на виготовлення може бути приведений в Національному Додатку до моменту публікації EN 1090.

Примітка 2. Національний Додаток може надавати додаткову інформацію про вимоги до контролю виготовлення.

(3) Правила застосовуються до конструкцій, виготовлення яких відповідає EN 1090.

Примітка. У відповідних випадках додаткові вимоги вказані в таблицях категорій елементів.

(4) Методи оцінки, приведені в даній частині, стосуються всіх марок будівельних сталей і неіржавіючих сталей, за винятком спеціальних відмічених в таблицях категорій елементів. Дана частина відноситься тільки до матеріалів, які відповідають вимогам міцності за EN 1993-1-10.

(5) Дана частина не охоплює методи оцінки витривалості, відмінні від методів розрахунків по кривим витривалості $\Delta\sigma_R$ -N, такі як метод визначення концентрації напружень в надрізі або методи механіки руйнування.

(6) Дана частина не охоплює методи, які призначені для підвищення витривалості шляхом обробки після виготовлення, відмінної від зняття залишкових напружень.

(7) Витривалість, що розглядається в даній частині, стосується конструкцій що працюють за нормальних атмосферних

1 GENERAL

1.1 Scope

(1) EN 1993-1-9 gives methods for the assessment of fatigue resistance of members, connections and joints subjected to fatigue loading.

(2) These methods are derived from fatigue tests with large scale specimens, that include effects of geometrical and structural imperfections from material production and execution (e.g. the effects of tolerances and residual stresses from welding).

NOTE 1: For tolerances see EN 1090. The choice of the execution standard may be given in the National Annex, until such time as EN 1090 is published.

NOTE 2: The National Annex may give supplementary information on inspection requirements during fabrication.

(3) The rules are applicable to structures where execution conforms with EN 1090.

NOTE: Where appropriate, supplementary requirements are indicated in the detail category tables.

(4) The assessment methods given in this part are applicable to all grades of structural steels, stainless steels and unprotected weathering steels except where noted otherwise in the detail category tables. This part only applies to materials which conform to the toughness requirements of EN 1993-1-10.

(5) Fatigue assessment methods other than the $\Delta\sigma_R$ -N methods as the notch strain method or fracture mechanics methods are not covered by this part.

(6) Post fabrication treatments to improve the fatigue strength other than stress relief are not covered in this part.

(7) The fatigue strengths given in this part apply to structures operating under normal atmospheric conditions and with sufficient

умов, мають достатній захист від корозії і регулярне обслуговування. Ефект морської корозії не розглядається. Мікроструктурні пошкодження від високої температури (>150°C) не розглядаються.

1.2 Нормативні посилання

Цей стандарт містить датовані і недатовані посилання, положення з інших публікацій. Ці нормативні посилання цитуються у відповідних місцях у тексті, публікації перераховані нижче. Для датованих посилань наступні поправки або перегляди будь-яких з цих публікацій дійсні для цього стандарту тільки при внесенні до нього змін або перегляду. Для недатованих посилань застосовується останнє видання публікації (включаючи поправки). Наступні загальні стандарти згадані в цьому стандарті.

EN 1090 Виготовлення сталевих конструкцій. Технічні вимоги

EN 1990 Основи проектування конструкцій

EN 1991 Дії на конструкції

EN 1993 Проектування сталевих конструкцій

EN 1994-2 Проектування сталезалізобетонних конструкцій. Частина 2. Загальні правила і правила для мостів.

1.3 Терміни і визначення

У Європейському Стандарті використовуються наступні терміни і визначення.

1.3.1 Загальні положення

1.3.1.1 втома

Процес виникнення і поширення тріщини в елементах конструкції в результаті впливу змінного напруження.

1.3.1.2 номінальне напруження

Напруження в початковому матеріалі або у зварному шві, що примикає до потенційного місця розташування тріщини, розраховується за класичною теорією виключаючи всі ефекти концентрації напружень.

Примітка. Номінальне напруження, як зазначено в

corrosion protection and regular maintenance. The effect of seawater corrosion is not covered. Microstructural damage from high temperature (>150°C) is not covered.

1.2 Normative references

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

EN 1090 Execution of steel structures – Technical requirements

EN 1990 Basis of structural design

EN 1991 Actions on structures

EN 1993 Design of Steel Structures

EN 1994-2 Design of Composite Steel and Concrete Structures: Part 2: Bridges

1.3 Terms and definitions

For the purpose of this European Standard the following terms and definitions apply.

1.3.1 General

1.3.1.1 fatigue

The process of initiation and propagation of cracks through a structural part due to action of fluctuating stress.

1.3.1.2 nominal stress

A stress in the parent material or in a weld adjacent to a potential crack location calculated in accordance with elastic theory excluding all stress concentration effects.

NOTE: The nominal stress as specified in this part can

пр. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-9:201X

цій частині, може бути нормальним напруженням, дотичним напруженням, головним напруженням або еквівалентним напруженням.

1.3.1.3 змінне номінальне напруження

Номінальне напруження множиться на відповідний коефіцієнт концентрації напруження k_f для врахування зміни геометричних розмірів поперечного перерізу, які не були взяті до уваги при класифікації конкретного елемента конструкції.

1.3.1.4 локальне напруження

Максимальне головне напруження в початковому матеріалі, діюче на межі зварного шва, з урахуванням ефектів концентрації, пов'язаних із загальною геометрією конкретного елемента конструкції.

Примітка. Локальні ефекти концентрації напружень викликані, наприклад, формою профілю зварного шва (які вже включені в категорію елементів в Додатку В) враховувати не потрібно.

1.3.1.5 залишкове напруження

Залишкове напруження постійного напруженого стану в конструкції, яке знаходиться в статичній рівновазі і не залежить ні від якого зовнішнього впливу. Залишкове напруження може виникати через напруження прокатки, різання, зварювання і усадки зварних швів або при збірці через неточне виготовлення деталей, що викликають згин частини конструкції.

1.3.2 Параметри втомного навантаження

1.3.2.1 процес навантаження

Послідовність навантажень, прикладених до конструкції що визначають історію напруження, зазвичай повторюється певна кількість разів за час експлуатації конструкції.

1.3.2.2 історія напруження

Запис або розрахунок зміни напруження у конкретній точці конструкції в процесі навантаження.

1.3.2.3 метод дощового потоку

Конкретний метод підрахунку циклів відтворюючий спектр діапазону

be a direct stress, a shear stress, a principal stress or an equivalent stress.

1.3.1.3 modified nominal stress

A nominal stress multiplied by an appropriate stress concentration factor k_f , to allow for a geometric discontinuity that has not been taken into account in the classification of a particular constructional detail.

1.3.1.4 geometric (hot spot) stress

The maximum principal stress in the parent material adjacent to the weld toe, taking into account stress concentration effects due to the overall geometry of a particular constructional detail.

NOTE: Local stress concentration effects e.g. from the weld profile shape (which is already included in the detail categories in Annex B) need not be considered.

1.3.1.5 residual stress

Residual stress is a permanent state of stress in a structure that is in static equilibrium and is independent of any applied action. Residual stresses can arise from rolling stresses, cutting processes, welding shrinkage or lack of fit between members or from any loading event that causes yielding of part of the structure.

1.3.2 Fatigue loading parameters

1.3.2.1 loading event

A defined loading sequence applied to the structure and giving rise to a stress history, which is normally repeated a defined number of times in the life of the structure.

1.3.2.2 stress history

A record or a calculation of the stress variation at a particular point in a structure during a loading event.

1.3.2.3 rainflow method

Particular cycle counting method of producing a stress-range spectrum from a given stress

напруження на базі заданої історії напружень.

1.3.2.4 *метод резервуару*

Конкретний метод підрахунку циклів відтворюючий спектр діапазону напруження на базі заданої історії напружень.

Примітка. Математичне визначення див. в Додатку А.

1.3.2.5 *діапазон напруження*

Алгебраїчна різниця між двома крайніми точками конкретного циклу напруження, виділеного в історії навантаження.

1.3.2.6 *спектр діапазону напруження*

Гістограма всіх діапазонів напруження циклів різних величин, записаних або розрахованих для конкретного процесу навантаження.

1.3.2.7 *розрахунковий спектр*

Загальне число циклів діапазонів напруження з врахуванням всіх спектрів в проектній довговічності конструкції, що має відношення до оцінки витривалості.

1.3.2.8 *проектна довговічність*

Розрахункова довговічність безпечної роботи конструкції, що забезпечує з достатнім ступенем вірогідності запобігання руйнуванню через втому.

1.3.2.9 *втомна довговічність*

Прогнозований період часу навантаження, який повинен викликати втомне руйнування під впливом розрахункового спектру.

1.3.2.10 *підсумовування за Майнером*

Розрахунок лінійного накопичення пошкоджень, заснований на гіпотезі підсумовування втомних пошкоджень Пальмгрена-Майнера.

1.3.2.11 *еквівалентний діапазон напруження циклу постійної амплітуди*

Діапазон напруження циклу постійної амплітуди, при якому накопичення пошкодження дорівнює накопиченому пошкодженню розрахункового спектру діапазону циклу при розрахунку по

history.

1.3.2.4 *reservoir method*

Particular cycle counting method of producing a stress-range spectrum from a given stress history.

NOTE: For the mathematical determination see Annex A.

1.3.2.5 *stress range*

The algebraic difference between the two extremes of a particular stress cycle derived from a stress history.

1.3.2.6 *stress-range spectrum*

Histogram of the number of occurrences for all stress ranges of different magnitudes recorded or calculated for a particular loading event.

1.3.2.7 *design spectrum*

The total of all stress-range spectra in the design life of a structure relevant to the fatigue assessment.

1.3.2.8 *design life*

The reference period of time for which a structure is required to perform safely with an acceptable probability that failure by fatigue cracking will not occur.

1.3.2.9 *fatigue life*

The predicted period of time to cause fatigue failure under the application of the design spectrum.

1.3.2.10 *Miner's summation*

A linear cumulative damage calculation based on the Palmgren-Miner rule.

1.3.2.11 *equivalent constant amplitude stress range*

The constant-amplitude stress range that would result in the same fatigue life as for the design spectrum, when the comparison is based on a Miner's summation.

пр. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-9:201X

лінійній гіпотезі підсумовування втомних пошкоджень Пальмгрена-Майнера.

Примітка. Математичне визначення див. в Додатку А.

1.3.2.12 *втомне навантаження*

Набір параметрів впливів, заснований на характерних навантаженнях, описаних для місць прикладення навантажень їх величинами, частотами, послідовністю і відносними фазами.

Примітка 1. Втомні навантаження в EN 1991 - це верхні граничні значення, засновані на оцінках вимірювання навантажних ефектів відповідно до Додатку А.

Примітка 2. Параметри навантажень вказані в EN 1991:

- Q_{\max} , n_{\max} , нормований спектр, або
- Q_E , n_{\max} , на базі n_{\max} , або
- $Q_{E,2}$ на базі $n = 2 \times 10^6$ циклів.

Динамічні ефекти включені в дані параметри, якщо не вказане інше.

1.3.2.13 *еквівалентне втомне навантаження постійної амплітуди*

Спрощене навантаження постійної амплітуди, що викликає такий же ефект втомного пошкодження, що і серія дійсних навантажень змінної амплітуди.

1.3.3 *Втома*

1.3.3.1 *крива втоми*

Залежність між діапазоном напруження циклу і числом циклів напруження до втомного руйнування, використовується для оцінки втоми конкретної категорії елементів конструкцій.

Примітка. Витривалість, що розглядається в даній частині, є нижнім граничним значенням межі втоми, що базується на результатах втомних випробувань великорозмірних зразків відповідно до EN 1990 Додаток D.

1.3.3.2 *категорія елементів*

Чисельне значення надане конкретному елементу при заданому напрямі коливання напруження для визначення кривої витривалості (категорія елементу визначає довідкове значення межі втоми $\Delta\sigma_C$ в Н/мм²).

NOTE: For the mathematical determination see Annex A.

1.3.2.12 *fatigue loading*

A set of action parameters based on typical loading events described by the positions of loads, their magnitudes, frequencies of occurrence, sequence and relative phasing.

NOTE 1: The fatigue actions in EN 1991 are upper bound values based on evaluations of measurements of loading effects according to Annex A.

NOTE 2: The action parameters as given in EN 1991 are either

- Q_{\max} , n_{\max} , standardized spectrum or
- Q_E , n_{\max} , related to n_{\max} , or
- $Q_{E,2}$ corresponding to $n = 2 \times 10^6$ cycles.

Dynamic effects are included in these parameters unless otherwise stated.

1.3.2.13 *equivalent constant amplitude fatigue loading*

Simplified constant amplitude loading causing the same fatigue damage effects as a series of actual variable amplitude loading events

1.3.3 *Fatigue strength*

1.3.3.1 *fatigue strength curve*

The quantitative relationship between the stress range and number of stress cycles to fatigue failure, used for the fatigue assessment of a particular category of structural detail.

NOTE: The fatigue strengths given in this part are lower bound values based on the evaluation of fatigue tests with large scale test specimens in accordance with EN 1990 – Annex D.

1.3.3.2 *detail category*

The numerical designation given to a particular detail for a given direction of stress fluctuation, in order to indicate which fatigue strength curve is applicable for the fatigue assessment (The detail category number indicates the reference fatigue strength $\Delta\sigma_C$

in N/mm²).

1.3.3.3 постійна амплітуда межі втоми

Граничне значення діапазону нормального або дотичного напруження циклу, нижче за яке не відбувається втомне пошкодження при випробуваннях з постійною амплітудою навантаження. За умови змінної амплітуди всі діапазони напруження циклу повинні бути нижче за цю межу для того, щоб не відбулося втомне пошкодження.

1.3.3.4 межа пошкодження

Межа, нижче за яку діапазон напруження циклу розрахункового спектру не приводить до накопичення пошкодження.

1.3.3.5 довговічність

Історія навантаження з постійною амплітудою, виражена у циклах.

1.3.3.6 допустимі напруження втоми

Діапазон напруження циклу постійної амплітуди $\Delta\sigma_C$ для конкретної категорії елементів при довговічності $N = 2 \times 10^6$ циклів.

1.4 Позначення

$\Delta\sigma$ - діапазон напруження циклу (нормальне напруження);

$\Delta\tau$ - діапазон напруження циклу (дотичне напруження);

$\Delta\sigma_E, \Delta\tau_E$ - еквівалентний діапазон напруження циклу постійної амплітуди на базі n_{max} ;

$\Delta\sigma_{E,2}, \Delta\tau_{E,2}$ - еквівалентний діапазон напруження циклу постійної амплітуди на базі 2 млн. циклів;

$\Delta\sigma_C, \Delta\tau_C$ - допустиме значення межі втоми при $N_C = 2$ млн. циклів;

$\Delta\sigma_D, \Delta\tau_D$ - межа втоми для діапазону напруження циклу постійної амплітуди при числі циклів N_D ;

$\Delta\sigma_L, \Delta\tau_L$ - межа пошкодження для діапазону напруження циклу при числі

1.3.3.3 constant amplitude fatigue limit

The limiting direct or shear stress range value below which no fatigue damage will occur in tests under constant amplitude stress conditions. Under variable amplitude conditions all stress ranges have to be below this limit for no fatigue damage to occur.

1.3.3.4 cut-off limit

Limit below which stress ranges of the design spectrum do not contribute to the calculated cumulative damage.

1.3.3.5 endurance

The life to failure expressed in cycles, under the action of a constant amplitude stress history.

1.3.3.6 reference fatigue strength

The constant amplitude stress range $\Delta\sigma_C$, for a particular detail category for an endurance $N = 2 \times 10^6$ cycles

1.4 Symbols

$\Delta\sigma$ stress range (direct stress);

$\Delta\tau$ stress range (shear stress);

$\Delta\sigma_E, \Delta\tau_E$ equivalent constant amplitude stress range related to n_{max} ;

$\Delta\sigma_{E,2}, \Delta\tau_{E,2}$ equivalent constant amplitude stress range related to 2 million cycles;

$\Delta\sigma_C, \Delta\tau_C$ reference value of the fatigue strength at $N_C = 2$ million cycles;

$\Delta\sigma_D, \Delta\tau_D$ fatigue limit for constant amplitude stress ranges at the number of cycles N_D ;

$\Delta\sigma_L, \Delta\tau_L$ cut-off limit for stress ranges at the number of cycle N_L ;

пр. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-9:201X

циклів N_L ;

$\Delta\sigma_{eq}$ - еквівалентний діапазон напруження циклу для з'єднань ферм і ортотропних плит;

$\Delta\sigma_{C,red}$ - зменшене допустиме значення межі втоми;

γ_{Ff} - частковий коефіцієнт для еквівалентних діапазонів напружень циклів постійної амплітуди $\Delta\sigma_E$, $\Delta\tau_E$;

γ_{Mf} - частковий коефіцієнт для межі втоми $\Delta\sigma_C$, $\Delta\tau_C$;

m - нахил кривої опору втоми;

λ_{i1} - еквівалентні коефіцієнти пошкодження;

ψ_1 - коефіцієнт впливу частоти змінного навантаження;

Q_k - характеристичне значення простого змінного навантаження;

k_s - масштабний фактор для втомних напружень;

k_1 - коефіцієнт збільшення номінальних діапазонів напруження циклу для врахування згинаючих моментів у фермах;

k_f - коефіцієнт концентрації напруження;

N_R - розрахункова довговічність, виражена числом циклів при постійному діапазоні напруження циклу.

2 ОСНОВНІ ВИМОГИ І МЕТОДИ

(1) Елементи конструкцій необхідно проектувати з розрахунком на таку витривалість, щоб їх експлуатація була надійною з необхідною вірогідністю протягом всієї проектної довговічності.

Примітка. Передбачається, що споруди, запроектовані з урахуванням втомних навантажень згідно EN 1991 і розрахунків на втомну міцність відповідно до цієї частини, задовольняють цій вимозі.

(2) Додаток А може бути застосований для визначення конкретної моделі

$\Delta\sigma_{eq}$ equivalent stress range for connections in webs of orthotropic decks;

$\Delta\sigma_{C,red}$ reduced reference value of the fatigue strength;

γ_{Ff} partial factor for equivalent constant amplitude stress ranges $\Delta\sigma_E$, $\Delta\tau_E$;

γ_{Mf} partial factor for fatigue strength $\Delta\sigma_C$, $\Delta\tau_C$;

m slope of fatigue strength curve;

λ_i damage equivalent factors;

ψ_1 factor for frequent value of a variable action;

Q_k characteristic value of a single variable action;

k_s reduction factor for fatigue stress to account for size effects;

k_1 magnification factor for nominal stress ranges to account for secondary bending moments in trusses;

k_f stress concentration factor;

N_R design life time expressed as number of cycles related to a constant stress range.

2 BASIC REQUIREMENTS AND METHODS

(1) Structural members should be designed for fatigue such that there is an acceptable level of probability that their performance will be satisfactory throughout their design life.

NOTE: Structures designed using fatigue actions from EN 1991 and fatigue resistance according to this part are deemed to satisfy this requirement.

(2) Annex A may be used to determine a specific loading model, if

навантаження, якщо:

- модель втомного навантаження відсутня в EN 1991;
- потрібна більш реальна модель втомного навантаження.

Примітка. Вимоги для визначення конкретних моделей втомного навантаження можуть бути вказані в Національному Додатку.

(3) Випробування на втому можуть проводитися:

- для визначення витривалості елементів, не включених в дану частину;
- для визначення витривалості зразків з відповідною або еквівалентною за пошкодженням втомним навантаженням.

(4) При проведенні та оцінці втомних випробувань повинен бути взятий до уваги EN 1990 (див. також п. 7.1).

Примітка. Вимоги для визначення опору втомі за допомогою випробувань можуть бути вказані в Національному Додатку.

(5) Методи для оцінки опору втомі, приведені в даній частині, засновані на перевірці конструкції заданим вимогам за витривалістю на втомне навантаження; така перевірка можлива тільки за умови, якщо втомне навантаження визначається параметрами витривалості, що наведені в даному стандарті.

(6) Втомне навантаження визначається відповідно до вимог оцінки витривалості. Вони відрізняються від навантаження для перевірки граничного стану за несучою здатністю і граничного стану за придатністю до експлуатації.

Примітка. Будь-які втомні тріщини, які розвиваються за час очікуваного терміну експлуатації, не обов'язково означають настання закінчення терміну експлуатації. Тріщини повинні ремонтуватися з обов'язковим контролем якості виконання робіт для уникнення більше серйозних випадків пошкодження.

3 МЕТОДИ ОЦІНКИ

(1) Оцінка втоми повинна проводитися із застосуванням:

- методу працездатності з пошкодженнями;
- методу безпечного ресурсу.

– no fatigue load model is available in EN 1991,

– a more realistic fatigue load model is required.

NOTE: Requirements for determining specific fatigue loading models may be specified in the National Annex.

(3) Fatigue tests may be carried out

– to determine the fatigue strength for details not included in this part,

– to determine the fatigue life of prototypes, for actual or for damage equivalent fatigue loads.

(4) In performing and evaluating fatigue tests EN 1990 should be taken into account (see also 7.1).

NOTE: Requirements for determining fatigue strength from tests may be specified in the National Annex.

(5) The methods for the fatigue assessment given in this part follows the principle of design verification by comparing action effects and fatigue strengths; such a comparison is only possible when fatigue actions are determined with parameters of fatigue strengths contained in this standard.

(6) Fatigue actions are determined according to the requirements of the fatigue assessment. They are different from actions for ultimate limit state and serviceability limit state verifications.

NOTE: Any fatigue cracks that develop during service life do not necessarily mean the end of the service life. Cracks should be repaired with particular care for execution to avoid introducing more severe notch conditions.

3 ASSESSMENT METHODS

(1) Fatigue assessment should be undertaken using either:

- damage tolerant method or
- safe life method.

(2) Метод працездатності з пошкодженнями повинен гарантувати достовірність того, що конструкція задовільно працюватиме протягом її проектної довговічності, за умови що запланований огляд і режим обслуговування для виявлення і виправлення втомних пошкоджень виконуються протягом терміну проектної довговічності конструкції.

Примітка 1. Метод працездатності з пошкодженнями може застосовуватися, коли у момент втомного руйнування можливий перерозподіл зусиль між складовими елементами конструкції.

Примітка 2. В Національному Додатку можуть знаходитися передбачені програми контролю.

Примітка 3. Конструкції, що оцінюються в даній частині, вважаються працездатними з пошкодженнями, якщо матеріал конструкцій вибраний згідно EN 1993-1-10 і проводиться їх регулярне обслуговування.

(3) Метод безпечного ресурсу повинен забезпечувати достовірний рівень того, що конструкція задовільно працюватиме весь час її проектної довговічності без необхідності регулярних обстежень в процесі експлуатації на предмет втомного пошкодження. Метод безпечного ресурсу повинен застосовуватися у випадках, коли утворення локальної тріщини в одній деталі швидко приводить до руйнування елемента конструкції або всієї конструкції.

(4) Для оцінки втоми за даною частиною, необхідна надійність може бути досягнута корегуванням коефіцієнту пропорційності для витривалості γ_{Mf} з урахуванням наслідків руйнування і прийнятих вимог проекту.

(5) Витривалість визначається за розглядом елемента конструкції в цілому з урахуванням його матеріалу і геометричних параметрів перерізу. У елементах схильних до втоми, які наведені в даній частині, також вказується вірогідне місце зародження тріщини.

(6) Методи оцінки, наведені в цих нормах визначають витривалість за кривими опору втомі для:

– стандартних елементів за відповідним

(2) The damage tolerant method should provide an acceptable reliability that a structure will perform satisfactorily for its design life, provided that a prescribed inspection and maintenance regime for detecting and correcting fatigue damage is implemented throughout the design life of the structure.

NOTE 1: The damage tolerant method may be applied when in the event of fatigue damage occurring a load redistribution between components of structural elements can occur.

NOTE 2: The National Annex may give provisions for inspection programmes.

NOTE 3: Structures that are assessed to this part, the material of which is chosen according to EN 1993-1-10 and which are subjected to regular maintenance are deemed to be damage tolerant.

(3) The safe life method should provide an acceptable level of reliability that a structure will perform satisfactorily for its design life without the need for regular in-service inspection for fatigue damage. The safe life method should be applied in cases where local formation of cracks in one component could rapidly lead to failure of the structural element or structure.

(4) For the purpose of fatigue assessment using this part, an acceptable reliability level may be achieved by adjustment of the partial factor for fatigue strength γ_{Mf} taking into account the consequences of failure and the design assessment used.

(5) Fatigue strengths are determined by considering the structural detail together with its metallurgical and geometric notch effects. In the fatigue details presented in this part the probable site of crack initiation is also indicated.

(6) The assessment methods presented in this code use fatigue resistance in terms of fatigue strength curves for

– standard details applicable to nominal

номінальним напруженням;
 – типових зварних з'єднань за відповідним локальним напруженням.

(7) Необхідна надійність може бути досягнена наступними засобами:

а) методом працездатності з пошкодженнями:

– вибором елементів, матеріалів і рівнів напруження, таким чином що при утворенні тріщини в результаті експлуатації була забезпечена низька швидкість розповсюдження тріщини і велика критична довжина тріщини;

– розглядом декількох програм навантаження;

– установкою деталей, що зупиняють тріщини;

– установкою деталей, легко контрольованих в процесі регулярних оглядів;

б) методом безпечного ресурсу:

– вибором елементів і рівнів втомного напруження, достатніх для досягнення β – значення, достатнього для остаточної перевірки граничних станів в кінці проектного часу експлуатації.

Примітка. Національний Додаток може давати інші методи оцінки визначення граничних станів і чисельні значення γ_{Mf} . Рекомендовані значення γ_{Mf} приведені у таблиці 3.1.

stresses

– reference weld configurations applicable to geometric stresses.

(7) The required reliability can be achieved as follows:

а) damage tolerant method

– selecting details, materials and stress levels so that in the event of the formation of cracks a low rate of crack propagation and a long critical crack length would result,

– provision of multiple load path

– provision of crack-arresting details,

– provision of readily inspectable details during regular inspections.

б) safe-life method

– selecting details and stress levels resulting in a fatigue life sufficient to achieve the β – values equal to those for ultimate limit state verifications at the end of the design service life.

NOTE: The National Annex may give the choice of the assessment method, definitions of classes of consequences and numerical values for γ_{Mf} . Recommended values for γ_{Mf} are given in Table 3.1.

Таблиця 3.1 – Рекомендовані значення частинних коефіцієнтів для опору втоми
Table 3.1 – Recommended values for partial factors for fatigue strength

Метод оцінки Assessment method	Наслідки руйнування Consequence of failure	
	Малі наслідки Low consequence	Великі наслідки High consequence
Працездатність при пошкодженні Damage tolerant	1,00	1,15
Безпечний ресурс Safe life	1,15	1,35

4 НАПРУЖЕННЯ ВІД ВТОМНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

(1) При визначенні номінального напруження необхідно враховувати всі можливі навантаження включаючи вплив викривлення. Аналіз необхідно проводити на базі пружної роботи елементів і з'єднань.

(2) Для гратчастих ферм, виготовлених з профілів з порожнинами, розрахунок може ґрунтуватися на спрощеній моделі ферми з шарнірними вузлами. При визначенні напруження при вузловому навантаженні на ферму, вплив вузлових моментів враховується за допомогою коефіцієнтів k_1 (див. таблицю 4.1 - для профілів круглого перерізу, таблицю 4.2 - для профілів прямокутного перерізу).

4 STRESSES FROM FATIGUE ACTIONS

(1) Modelling for nominal stresses should take into account all action effects including distortional effects and should be based on a linear elastic analysis for members and connections.

(2) For latticed girders made of hollow sections the modelling may be based on a simplified truss model with pinned connections. Provided that the stresses due to external loading applied to members between joints are taken into account the effects from secondary moments due to the stiffness of the connection can be allowed for by the use of k_1 -factors (see Table 4.1 for circular sections, Table 4.2 for rectangular sections).

Таблиця 4.1 – Коефіцієнти k_1 для профілів з порожнинами круглого перерізу при навантаженні в площині ферми

Table 4.1 – k_1 factors for circular hollow sections under in-plane loading

Тип з'єднання Type of joint		Пояси Chords	Стійки Verticals	Розкоси Diagonals
З'єднання із зазором Gap joints	К-тип K type	1,5	1,0	1,3
	Н-тип / КТ-тип N type / KT type	1,5	1,8	1,4
З'єднання внахлест Overlap joints	К-тип K type	1,5	1,0	1,2
	Н-тип / КТ-тип N type / KT type	1,5	1,65	1,25

Таблиця 4.2 – Коефіцієнти k_1 для профілів з порожнинами прямокутного перерізу при навантаженні у площині ферми

Table 4.2 – k_1 -factors for rectangular hollow sections under in-plane loading

Тип з'єднання Type of joint		Пояси Chords	Стійки Verticals	Розкоси Diagonals
З'єднання із зазором Gap joints	К-тип K type	1,5	1,0	1,5
	Н-тип / КТ-тип N type / KT type	1,5	2,2	1,6
З'єднання внахлест Overlap joints	К-тип K type	1,5	1,0	1,3
	Н-тип / КТ-тип N type / KT type	1,5	2,0	1,4

Примітка.: Визначення типів з'єднань див. EN 1993-1-8.

NOTE: For the definition of joint types see EN 1993-1-8.

5 ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНЬ

(1) Напруження повинне

5 CALCULATION OF STRESSES

(1) Stresses should be calculated at the

обчислюватися для граничних станів за придатністю до експлуатації.

(2) Поперечні перерізи класу 4 оцінюються на втомне навантаження у відповідності з EN 1993-1-5.

Примітка 1. Див. настанову від EN 1993-2 до EN 1993-6.

Примітка 2. Національний Додаток може давати обмеження для перерізів класу 4.

(3) Номінальне напруження повинне обчислюватися в місці передбачуваного втомного пошкодження. Ефекти, що призводять до концентрації напруження в елементах, і відмінні від включених в таблиці 8.1 - 8.10, повинні обчислюватися з використанням коефіцієнту концентрації напруження (SCF) відповідно до п. 6.3 для отримання зміненого номінального напруження.

(4) При використанні методів локального напруження в елементах, що наведені у таблиці В.1 напруження повинні обчислюватися за п. 6.5.

(5) Характерні напруження, діючі в основному матеріалі елементів:

- номінальне нормальне напруження σ ;
- номінальне дотичне напруження τ .

Примітка. Для врахування сумарного номінального напруження див. п. 8(2).

(6) Характерні напруження, діючі в зварному шві (див. рис. 5.1):

- нормальне напруження σ_{wf} поперек вісі зварного шва: $\sigma_{wf} = \sqrt{\sigma_{\perp f}^2 + \tau_{\perp f}^2}$
- дотичне напруження τ_{wf} повздовж вісі зварного шва: $\tau_{wf} = \tau_{\parallel f}$,

для яких повинні проводитися дві окремі перевірки.

Примітка. Описані вище розрахунки відрізняються від розрахунків, які застосовуються для перевірки граничного стану кутового зварного шва за несучою здатністю, і наведені в EN 1993-1-8.

serviceability limit state.

(2) Class 4 cross sections are assessed for fatigue loads according to EN 1993-1-5

NOTE 1: For guidance see EN 1993-2 to EN 1993-6.

NOTE 2: The National Annex may give limitations for class 4 sections.

(3) Nominal stresses should be calculated at the site of potential fatigue initiation. Effects producing stress concentrations at details other than those included in Table 8.1 to Table 8.10 should be accounted for by using a stress concentration factor (SCF) according to 6.3 to give a modified nominal stress.

(4) When using geometrical (hot spot) stress methods for details covered by Table B.1, the stresses should be calculated as shown in 6.5.

(5) The relevant stresses for details in the parent material are:

- nominal direct stresses σ ;
- nominal shear stresses τ .

NOTE: For effects of combined nominal stresses see 8(2).

(6) The relevant stresses in the welds are (see Figure 5.1):

- normal stresses σ_{wf} transverse to the axis of the weld: $\sigma_{wf} = \sqrt{\sigma_{\perp f}^2 + \tau_{\perp f}^2}$
- shear stresses τ_{wf} longitudinal to the axis of the weld: $\tau_{wf} = \tau_{\parallel f}$

for which two separate checks should be performed.

NOTE: The above procedure differs from the procedure given for the verification of fillet welds for the ultimate limit state, given in EN 1993-1-8.

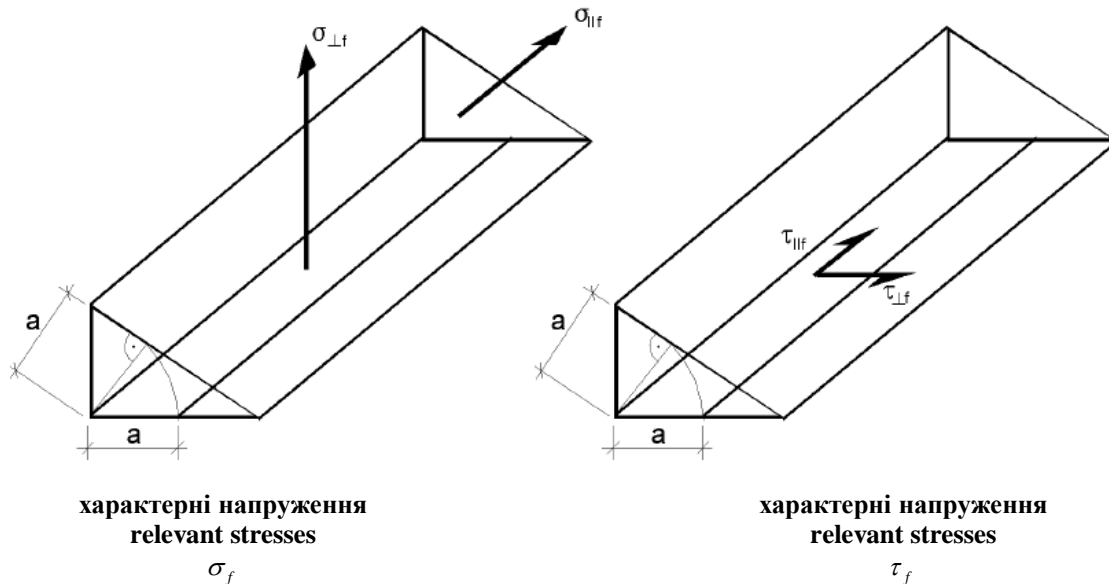


Рисунок 5.1 – Характерні напруження, що діють в кутових зварних швах
Figure 5.1 – Relevant stresses in the fillet welds

6 ВИЗНАЧЕННЯ ДІАПАЗОНУ НАПРУЖЕННЯ

6.1 Загальні положення

(1) Оцінка витривалості повинна виконуватися з використанням:

- номінального діапазону напружень циклів для деталей, приведених в таблицях 8.1 - 8.10;
- змінних номінальних діапазонів напружень циклів для випадку різкої зміни перерізів поблизу місця пошкодження, які не включені в таблиці 8.1 - 8.10;
- локальних діапазонів напружень циклів, коли значні градієнти напружень виникають біля шовних з'єднань, приведених в таблиці В.1.

Примітка. Національний Додаток може надавати інформацію з приводу використання номінальних діапазонів напруження циклів, змінних номінальних діапазонів напруження циклів або локальних діапазонів напруження циклів. Категорії елементів для локальних діапазонів напруження циклів див. в Додатку В.

(2) Розрахункове значення діапазону циклу напруження у розрахунках на втому приймається рівним $\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E,2}$ на базі $N_C = 2 \times 10^6$ циклів.

6 CALCULATION OF STRESS RANGES

6.1 General

(1) The fatigue assessment should be carried out using

- nominal stress ranges for details shown in Table 8.1 to Table 8.10,
- modified nominal stress ranges where, e.g. abrupt changes of section occur close to the initiation site which are not included in Table 8.1 to Table 8.10 or
- geometric stress ranges where high stress gradients occur close to a weld toe in joints covered by Table B.1.

NOTE: The National Annex may give information on the use of the nominal stress ranges, modified nominal stress ranges or the geometric stress ranges. For detail categories for geometric stress ranges see Annex B.

(2) The design value of stress range to be used for the fatigue assessment should be the stress ranges $\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E,2}$ corresponding to $N_C = 2 \times 10^6$ cycles.

6.2 Розрахункове значення номінального діапазону напруження циклу

(1) Для розрахунку втоми повинне використовуватися розрахункове значення діапазону напруження циклу $\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2}$ і $\gamma_{Ff}\Delta\tau_{E,2}$:

$$\begin{aligned}\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2} &= \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 \dots \times \lambda_n \times \Delta\sigma(\gamma_{Ff}Q_k) \\ \gamma_{Ff}\Delta\tau_{E,2} &= \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 \dots \times \lambda_n \times \Delta\tau(\gamma_{Ff}Q_k)\end{aligned}\tag{6.1}$$

де:

$\Delta\sigma(\gamma_{Ff}Q_k)$, $\Delta\tau(\gamma_{Ff}Q_k)$ - діапазон напруження циклу, викликаний втомними навантаженнями наведеними в EN 1991;

λ_i - еквівалентні коефіцієнти пошкодження, залежні від спектрів, як вказано у відповідному розділі EN 1993.

(2) За відсутності відповідних значень

λ_i - проектне значення номінального діапазону напруження може бути визначено відповідно до вимог, приведених в Додатку А.

Примітка. Національний Додаток може надавати інформацію, доповнюючи Додаток А.

6.3 Розрахункове значення змінного номінального діапазону напруження циклу

(1) Розрахункове значення змінного номінального діапазону напруження циклу $\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2}$ і $\gamma_{Ff}\Delta\tau_{E,2}$ повинно визначатися таким чином:

$$\begin{aligned}\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2} &= k_f \times \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 \dots \times \lambda_n \times \Delta\sigma(\gamma_{Ff}Q_k) \\ \gamma_{Ff}\Delta\tau_{E,2} &= k_f \times \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 \dots \times \lambda_n \times \Delta\tau(\gamma_{Ff}Q_k)\end{aligned}\tag{6.2}$$

де:

k_f - коефіцієнт концентрації напруження, необхідний для урахування збільшення локального напруження, обумовленого геометрією деталі, не включеної в характерну криву $\Delta\sigma_R - N$.

Примітка. Значення k_f можуть бути визначені за довідниками або відповідними розрахунками.

6.2 Design value of nominal stress range

(1) The design value of nominal stress ranges $\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2}$ and $\gamma_{Ff}\Delta\tau_{E,2}$ should be determined as follows:

$$\begin{aligned}\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2} &= \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 \dots \times \lambda_n \times \Delta\sigma(\gamma_{Ff}Q_k) \\ \gamma_{Ff}\Delta\tau_{E,2} &= \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 \dots \times \lambda_n \times \Delta\tau(\gamma_{Ff}Q_k)\end{aligned}\tag{6.1}$$

where:

$\Delta\sigma(\gamma_{Ff}Q_k)$, $\Delta\tau(\gamma_{Ff}Q_k)$ is the stress range caused by the fatigue loads specified in EN 1991;

λ_i are damage equivalent factors depending on the spectra as specified in the relevant parts of EN 1993.

(2) Where no appropriate data for

λ_i are available the design value of nominal stress range may be determined using the principles in Annex A.

NOTE: The National Annex may give in formations supplementing Annex A.

6.3 Design value of modified nominal stress range

(1) The design value of modified nominal stress ranges $\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2}$ and $\gamma_{Ff}\Delta\tau_{E,2}$ should be determined as follows:

$$\begin{aligned}\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2} &= k_f \times \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 \dots \times \lambda_n \times \Delta\sigma(\gamma_{Ff}Q_k) \\ \gamma_{Ff}\Delta\tau_{E,2} &= k_f \times \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 \dots \times \lambda_n \times \Delta\tau(\gamma_{Ff}Q_k)\end{aligned}\tag{6.2}$$

where

k_f is the stress concentration factor to take account of the local stress magnification in relation to detail geometry not included in the reference $\Delta\sigma_R - N$ - curve.

NOTE: k_f - values may be taken from handbooks or from appropriate finite element calculations.

6.4 Розрахункові значення діапазону напруження циклу для зварних з'єднань профілів з порожнинами

(1) Якщо не виконувалися точніші розрахунки, розрахункове значення змінного номінального напруження $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2}$ повинно визначатися з використанням спрощеної моделі згідно п. 4(2) наступним чином:

$$\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} = k_1 (\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2}^*) \quad (6.3)$$

де:

$\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2}^*$ - розрахункове значення діапазону напруження циклу, визначене для спрощеної моделі ферми з шарнірними вузлами;

k_1 - коефіцієнт збільшення, визначається за таблицями 4.1 і 4.2.

6.5 Розрахункове значення діапазону напруження для локального напруження

(1) Розрахункове значення діапазону для локального напруження циклу $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2}$ повинно визначатися таким чином:

$$\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} = k_f (\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2}^*) \quad (6.4)$$

де:

k_f - коефіцієнт концентрації напруження.

7 МЕЖА ВТОМИ

7.1 Загальні положення

(1) Межа втоми для номінальних діапазонів напружень представлена серіями кривих $(\log \Delta \sigma_R) - (\log N)$ і кривих $(\log \Delta \tau_R) - (\log N)$ (S-N-криві), які відповідають типовим категоріям елементів. Кожна категорія елементів позначається числом, рівним значенню межі втоми $\Delta \sigma_C$ і $\Delta \tau_C$, Н/мм², яку визначено на базі 2 млн. циклів.

6.4 Design value of stress range for welded joints of hollow sections

(1) Unless more accurate calculations are carried out the design value of modified nominal stress range $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2}$ should be determined as follows using the simplified model in 4(2):

where:

$\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2}^*$ is the design value of stress range calculated with a simplified truss model with pinned joints;

k_1 is the magnification factor according to Table 4.1 and Table 4.2.

6.5 Design value of stress range for geometrical (hot spot) stress

(1) The design value of geometrical (hot spot) stress range $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2}$ should be determined as follows:

where:

k_f is the stress concentration factor

7 FATIGUE STRENGTH

7.1 General

(1) The fatigue strength for nominal stress ranges is represented by a series of $(\log \Delta \sigma_R) - (\log N)$ curves and $(\log \Delta \tau_R) - (\log N)$ curves (S-N-curves), which correspond to typical detail categories. Each detail category is designated by a number which represents, in N/mm², the reference value $\Delta \sigma_C$ and $\Delta \tau_C$ for the fatigue strength at 2 million cycles.

(2) Для номінального напруження постійної амплітуди межа втоми може бути отримана таким чином:

(2) For constant amplitude nominal stresses fatigue strengths can be obtained as follows:

$$\Delta\sigma_R^m N_R = \Delta\sigma_C^m 2 \times 10^6$$

де $m = 3$ для $N \leq 5 \times 10^6$, див. рис. 7.1

with $m = 3$ for $N \leq 5 \times 10^6$, see Figure 7.1

$$\Delta\tau_R^m N_R = \Delta\tau_C^m 2 \times 10^6$$

де $m = 5$ для $N \leq 10^6$, див. рис. 7.2

with $m = 5$ for $N \leq 10^6$, see Figure 7.2

$$\Delta\sigma_D = \left(\frac{2}{5}\right)^{\frac{1}{3}} \Delta\sigma_C = 0,737 \Delta\sigma_C$$

межа втоми постійної амплітуди, див. рис. 7.1;

is the constant amplitude fatigue limit, see Figure 7.1, and

$$\Delta\tau_L = \left(\frac{2}{100}\right)^{\frac{1}{5}} \Delta\tau_C = 0,457 \Delta\tau_C$$

- межа пошкодження, див. рис. 7.2.

is the cut off limit, see Figure 7.2.

(3) Для спектрів номінального напруження з діапазонами напружень вище і нижче межі втоми постійної амплітуди $\Delta\sigma_D$ витривалість повина бути визначена за повними кривими опору втоми таким чином:

(3) For nominal stress spectra with stress ranges above and below the constant amplitude fatigue limit $\Delta\sigma_D$, the fatigue strength should be based on the extended fatigue strength curves as follows:

$$\Delta\sigma_R^m N_R = \Delta\sigma_C^m 2 \times 10^6$$

де $m = 3$ для $N \leq 5 \times 10^6$

with $m = 3$ for $N \leq 5 \times 10^6$

$$\Delta\sigma_R^m N_R = \Delta\sigma_D^m 5 \times 10^6$$

де $m = 5$ для $5 \times 10^6 \leq N \leq 10^8$

with $m = 5$ for $5 \times 10^6 \leq N \leq 10^8$

$$\Delta\sigma_L = \left(\frac{5}{100}\right)^{\frac{1}{5}} \Delta\sigma_D = 0,549 \Delta\sigma_D$$

межа пошкодження, див. рис. 7.1.

is the cut off limit, see Figure 7.1.

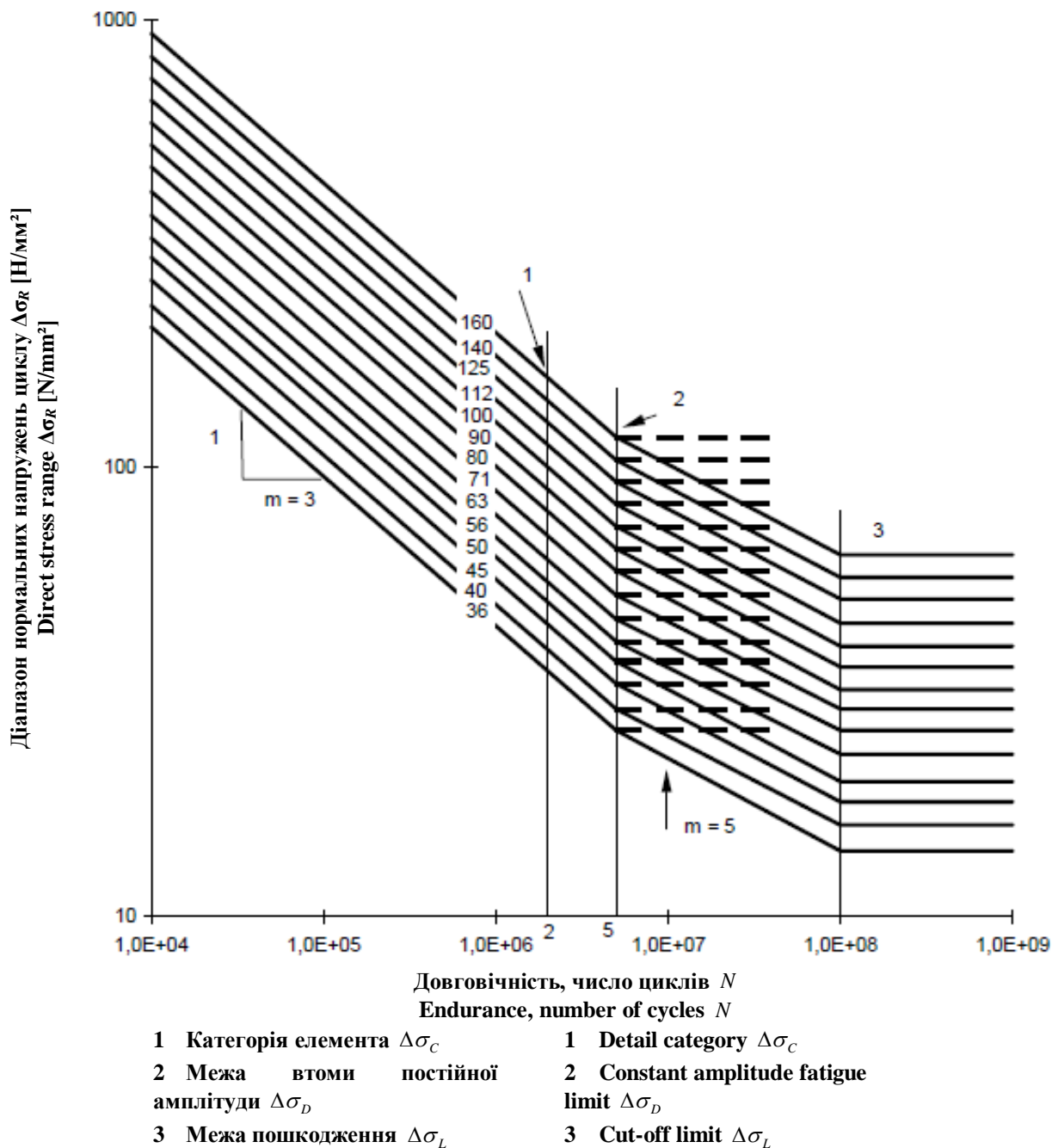


Рисунок 7.1 – Криві витривалості для діапазону нормального напруження циклу
Figure 7.1 – Fatigue strength curves for direct stress ranges

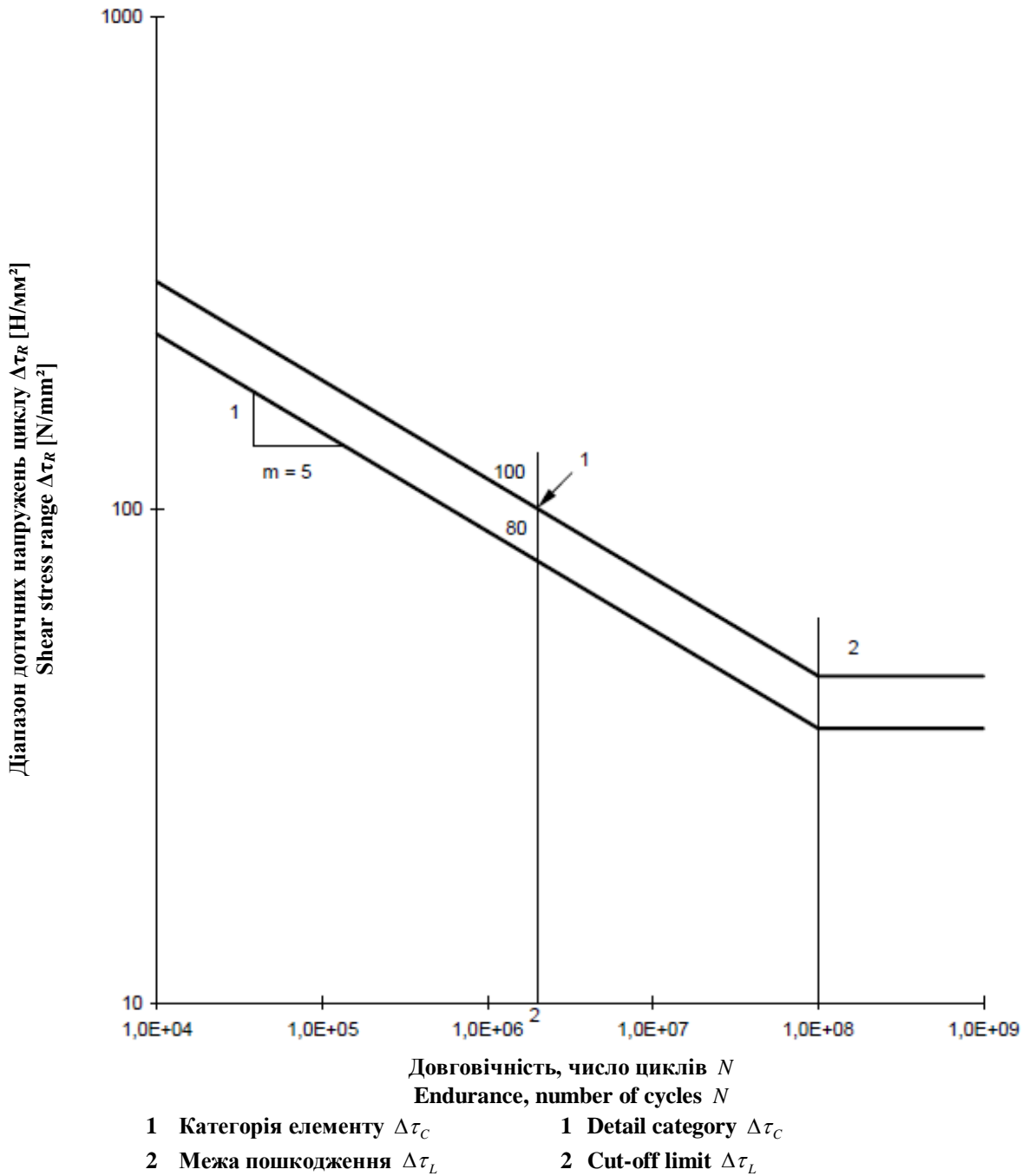


Рисунок 7.2 – Криві витривалості для діапазону дотичного напруження циклу
Figure 7.2 – Fatigue strength curves for shear stress ranges

пр. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-9:201X

Примітка 1. При призначенні відповідної категорії для конкретного елемента конструкції значення діапазону напруження $\Delta\sigma_C$ на базі $N_C = 2$ млн. циклів були розраховані на рівні 75% достовірності для 95% імовірності $\log N$, з урахуванням стандартного відхилення, розміру зразка і впливу залишкового напруження. Число точок на графіці (не менше 10) вибиралося з міркувань статистичного аналізу, див. Додаток D EN 1990.

Примітка 2. Національний Додаток може визначати категорії елементів за межею втоми для конкретного застосування у випадку, якщо оцінка проводиться відповідно до примітки 1.

Примітка 3. Дані випробувань для деяких елементів точно не співпадають з кривими опору втомі на рис. 7.1. Для гарантованого виключення некоректних значень такі елементи позначені «*» і розміщуються на одну категорію елементів нижче, ніж цього вимагає їх межа втоми на базі 2×10^6 циклів. Додаткова перевірка може підвищити рівень класифікації таких елементів на одну категорію у випадку, якщо межа втоми постійної амплітуди $\Delta\sigma_D$ визначена як межа втоми на базі 10^7 циклів для $m = 3$ (див. рис. 7.3).

NOTE 1: When test data were used to determine the appropriate detail category for a particular constructional detail, the value of the stress range $\Delta\sigma_C$ corresponding to a value of $N_C = 2$ million cycles were calculated for a 75% confidence level of 95% probability of survival for $\log N$, taking into account the standard deviation and the sample size and residual stress effects. The number of data points (not lower than 10) was considered in the statistical analysis, see annex D of EN 1990.

NOTE 2: The National Annex may permit the verification of a fatigue strength category for a particular application provided that it is evaluated in accordance with NOTE: 1.

NOTE 3: Test data for some details do not exactly fit the fatigue strength curves in Figure 7.1. In order to ensure that non conservative conditions are avoided, such details, marked with an asterisk, are located one detail category lower than their fatigue strength at 2×10^6 cycles would require. An alternative assessment may increase the classification of such details by one detail category provided that the constant amplitude fatigue limit $\Delta\sigma_D$ is defined as the fatigue strength at 10^7 cycles for $m = 3$ (see Figure 7.3).

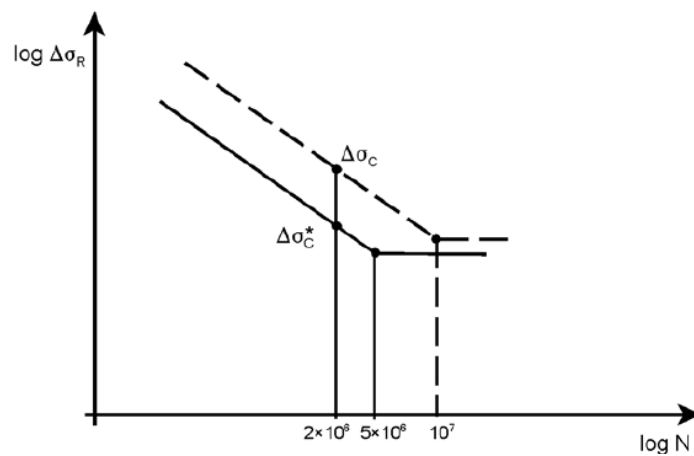


Рисунок 7.3 – Крива витривалості для визначення альтернативної межі втоми $\Delta\sigma_C$ для деталей, класифікованих як $\Delta\sigma_C^*$

Figure 7.3 – Alternative strength $\Delta\sigma_C$ for details classified as $\Delta\sigma_C^*$

(4) Категорії елементів $\Delta\sigma_C$ і $\Delta\tau_C$ для номінального напруження представлені в наступних таблицях:

Таблиця 8.1 - для листових елементів і механічних з'єднань вузлів;

Таблиця 8.2 - для зварних збірних перерізів;

Таблиця 8.3 - для поперечних стикових зварних швів;

(4) Detail categories $\Delta\sigma_C$ and $\Delta\tau_C$ for nominal stresses are given in

Table 8.1 for plain members and mechanically fastened joints

Table 8.2 for welded built-up sections

Table 8.3 for transverse butt welds

Таблиця 8.4 - для приварених деталей і ребер;

Таблиця 8.5 - для навантажених зварних вузлів;

Таблиця 8.6 - для профілів з порожнинами;

Таблиця 8.7 - для вузлових з'єднань ґратчастих ферм;

Таблиця 8.8 - для ортотропних плит із закритими ребрами;

Таблиця 8.9 - для ортотропних плит із відкритими ребрами;

Таблиця 8.10 - для вузлів з'єднання верхньої полиці із стінкою балки.

(5) Категорії межі втоми $\Delta\sigma_C$ для локальних діапазонів напружень приведені в Додатку В.

Примітка. Національний Додаток може призначати межу втоми $\Delta\sigma_C$ і $\Delta\tau_C$ для елементів не охоплених таблицями 8.1 - 8.10 і Додатком В.

7.2 Зміна межі втоми

7.2.1 Елементи без зварювання або зі зварними з'єднаннями з повністю знятим внутрішнім залишковим напруженням

(1) В елементах без зварювання або зі зварними з'єднаннями з повністю знятим внутрішнім залишковим напруженням вплив середнього напруження циклу на межу втоми може бути врахований призначенням зменшеного еквівалентного діапазону напруження циклу $\Delta\sigma_{E,2}$, якщо частина циклу або весь цикл є стискаючим.

(2) Еквівалентний діапазон напруження циклу може бути визначений сумою розтягнутої частини і 60 % величини стиснутої частини діапазону напруження циклу, рис. 7.4.

7.2.2 Вплив розмірів

(1) Вплив розмірів поперечного перерізу, пов'язаний з товщиною або іншими конструктивними особливостями деталі, необхідно враховувати, як вказано в таблицях 8.1 - 8.10. В цьому випадку межа втоми визначається як

Table 8.4 for weld attachments and stiffeners

Table 8.5 for load carrying welded joints

Table 8.6 for hollow sections

Table 8.7 for lattice girder node joints

Table 8.8 for orthotropic decks – closed stringers

Table 8.9 for orthotropic decks – open stringers

Table 8.10 for top flange to web junctions of runway beams

(5) The fatigue strength categories $\Delta\sigma_C$ for geometric stress ranges are given in Annex B.

NOTE: The National Annex may give fatigue strength categories $\Delta\sigma_C$ and $\Delta\tau_C$ for details not covered by Table 8.1 to Table 8.10 and by Annex B.

7.2 Fatigue strength modifications

7.2.1 Non-welded or stress-relieved welded details in compression

(1) In non-welded details or stress-relieved welded details, the mean stress influence on the fatigue strength may be taken into account by determining a reduced effective stress range $\Delta\sigma_{E,2}$ in the fatigue assessment when part or all of the stress cycle is compressive.

(2) The effective stress range may be calculated by adding the tensile portion of the stress range and 60% of the magnitude of the compressive portion of the stress range see Figure 7.4.

7.2.2 Size effect

(1) The size effect due to thickness or other dimensional effects should be taken into account as given in Table 8.1 to Table 8.10. The fatigue strength then is given by:

$$\Delta\sigma_{C,red} = k_s \Delta\sigma_C \tag{7.1}$$

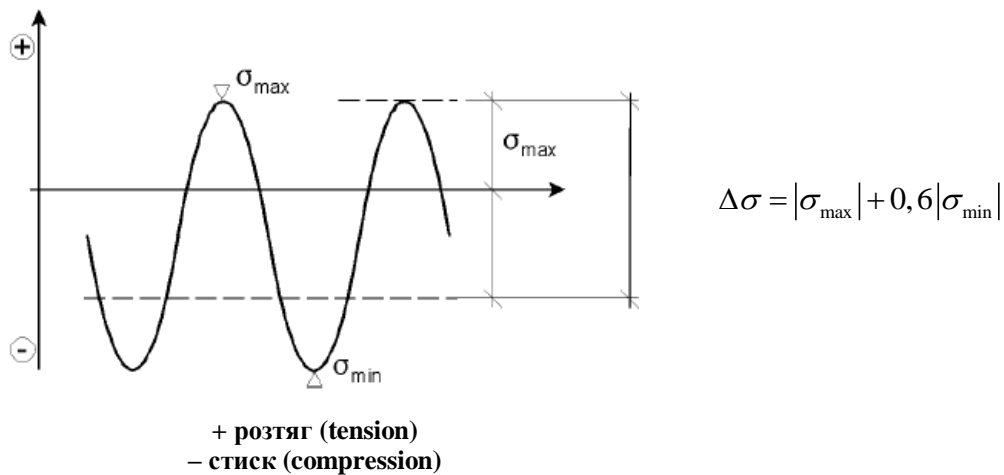


Рисунок 7.4 – Змінений діапазон напруження циклу для елементів без зварювання або зі зварними з'єднаннями з повністю знятим внутрішнім залишковим напруженням

Figure 7.4 – Modified stress range for non-welded or stress relieved details

8 РОЗРАХУНОК ВТОМИ

(1) Номінальні, змінні номінальні або локальні діапазони напруження циклу від навантажень, що багато разів повторюються $\psi_1 Q_k$ (див. EN 1990) не повинні перевищувати:

$$\Delta\sigma \leq 1,5 f_y$$

для діапазонів нормального напруження

(for direct stress ranges) (8.1)

$$\Delta\tau \leq 1,5 f_y / \sqrt{3}$$

для діапазонів дотичного напруження

(for shear stress ranges)

(2) Необхідно перевірити, щоб при втомному навантаженні:

$$\frac{\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2}}{\Delta\sigma_C / \gamma_{Mf}} \leq 1,0$$

та (and)

$$\frac{\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2}}{\Delta\tau_C / \gamma_{Mf}} \leq 1,0$$

(8.2)

8 FATIGUE VERIFICATION

(1) Nominal, modified nominal or geometric stress ranges due to frequent loads $\psi_1 Q_k$ (see EN 1990) should not exceed

(2) It should be verified that under fatigue loading

Примітка. Таблиці 8.1 - 8.9 вимагають, щоб для деяких елементів діапазони напруження циклів були визначені в головному напруженні.

(3) Якщо не вказане інше, в категоріях елементів в таблицях 8.8 і 8.9, у разі сумісного впливу напруження циклів $\Delta\sigma_{E,2}$ і $\Delta\tau_{E,2}$ необхідно перевірити, що:

$$\left(\frac{\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2}}{\Delta\sigma_C / \gamma_{Mf}} \right)^3 + \left(\frac{\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2}}{\Delta\tau_C / \gamma_{Mf}} \right)^5 \leq 1,0 \quad (8.3)$$

(4) Коли немає даних для $\Delta\sigma_{E,2}$ і $\Delta\tau_{E,2}$ може використовуватися форма перевірки з Додатку А.

Примітка 1. Додаток А передбачає повздовжній напрям діапазонів напружень циклів. Дане уявлення може бути уточнене для діапазонів дотичного напруження циклів.

Примітка 2. Національний Додаток може давати інформацію про використання додатку А.

NOTE: Table 8.1 to Table 8.9 require stress ranges to be based on principal stresses for some details.

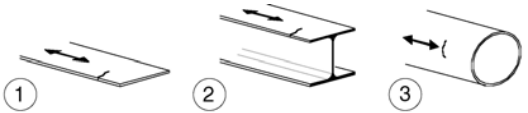

(3) Unless otherwise stated in the fatigue strength categories in Table 8.8 and Table 8.9, in the case of combined stress ranges $\Delta\sigma_{E,2}$ and $\Delta\tau_{E,2}$ it should be verified that:


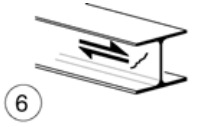
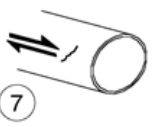
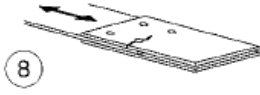
(4) When no data for $\Delta\sigma_{E,2}$ or $\Delta\tau_{E,2}$ are available the verification format in Annex A may be used.

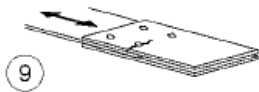
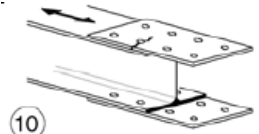
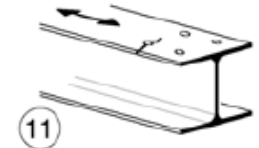
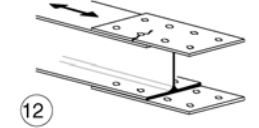
NOTE 1: Annex A is presented for stress ranges in longitudinal direction. This presentation may be adapted for shear stress ranges

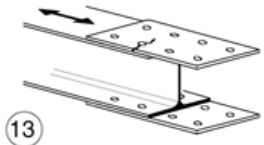
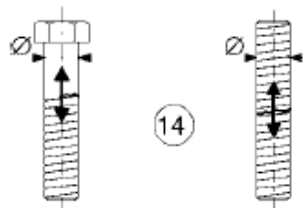
NOTE 2: The National Annex may give information on the use of Annex A.

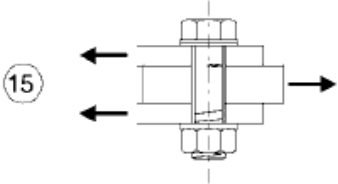
Таблиця 8.1 – Площинні елементи і механічні з'єднання
Table 8.1 – Plain members and mechanically fastened joints

Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
160	<p>Примітка 1. Межа втоми 160 - максимальне значення. Ніякі інші елементи не можуть досягти кращої межі при будь-якому числі циклів.</p> <p>NOTE: The fatigue strength curve associated with category 160 is the highest. No detail can reach a better fatigue strength at any number of cycles.</p> 	<p>Прокатні і пресовані вироби</p> <p>1) Пластини і листи</p> <p>2) Прокатний профіль</p> <p>3) Безшовні профілів з порожнинами прямокутної або круглої форми.</p> <p>Rolled and extruded products:</p> <p>1) Plates and flats;</p> <p>2) Rolled sections;</p> <p>3) Seamless hollow sections, either rectangular or circular.</p>	<p>Елементи 1) - 3): Гострі кромки, поверхневі дефекти прокату підлягають видаленню шліфівкою і отриманню плавних переходів</p> <p>Details 1) to 3): Sharp edges, surface and rolling flaws to be improved by grinding until removed and smooth transition achieved.</p>
140		<p>Обрізна товстолистової сталі і листи газоплазмового різання:</p> <p>4) Машинне газоплазмове різання або обрізний матеріал з подальшим доведенням.</p> <p>5) Кромки матеріалу з газоплазмовим різанням з неглибокими регулярними борознами або матеріал ручного газоплазмового різання з подальшим доведенням для видалення всіх нерівностей. Машинне газоплазмове різання з якістю різання згідно EN 1090.</p>	<p>4) Всі видимі сліди нерівностей кромки повинні видалятися. Поверхні різання повинні фрезеруватися або шліфуватися, всі задири повинні видалятися.</p> <p>Будь-які машинні подряпини, наприклад від операцій фрезерування, можуть бути тільки паралельними напряму напруження.</p> <p>Елементи 4) і 5):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Гострі кути повинні усуватися шліфуванням (ухил $\leq 1/4$) або оцінюватися з урахуванням відповідних коефіцієнтів концентрації напруження. - Не допустимий ремонт повторним зварюванням


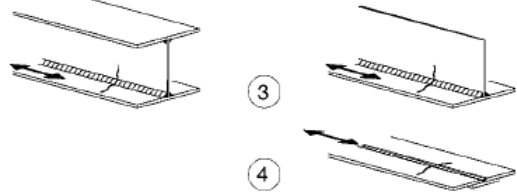
Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements	
125		<p>Sheared or gas cut plates:</p> <p>4) Machine gas cut or sheared material with subsequent dressing.</p> <p>5) Material with machine gas cut edges having shallow and regular drag lines or manual gas cut material, subsequently dressed to remove all edge discontinuities.</p> <p>Machine gas cut with cut quality according to EN 1090.</p>	<p>4) All visible signs of edge discontinuities to be removed.</p> <p>The cut areas are to be machined or ground and all burrs to be removed.</p> <p>Any machinery scratches for example from grinding operations, can only be parallel to the stresses.</p> <p>Details 4) and 5):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Re-entrant corners to be improved by grinding (slope $\leq 1/4$) or evaluated using the appropriate stress concentration factors. - No repair by weld refill. 	
100 $m=5$	 	<p>6) і 7): Прокатні і пресовані вироби як у елементах 1), 2), 3)</p> <p>6) and 7): Rolled and extruded products as in details 1), 2), 3)</p>	<p>Елементи 6) і 7): $\Delta\tau$ обчислюється за формулою:</p> <p>Details 6) and 7): $\Delta\tau$ calculated from:</p> $\tau = \frac{v s(t)}{I t}$	
<p>Для елементів 1 - 5 з неіржавіючої сталі - необхідно використовувати знижену на одну ступінь категорію.</p> <p>For detail 1 – 5 made of weathering steel use the next lower category.</p>				
112		<p>8) Симетричне з'єднання з подвійними накладками, з високоміцними болтами з попереднім натягом.</p> <p>8) Double covered symmetrical joint with preloaded high strength bolts</p>	<p>8) $\Delta\sigma$ обчислюється за перерізом бруто.</p> <p>8) $\Delta\sigma$ to be calculated on the gross cross-section.</p>	<p>Для болтових з'єднань (елементи 8) - 13)) в цілому.</p> <p>Відстань від краю елемента до центру болтового отвору.</p> $e_1 \geq 1,5d$

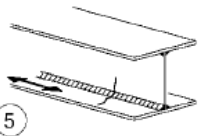
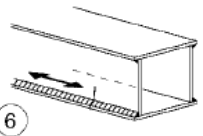
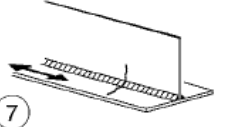
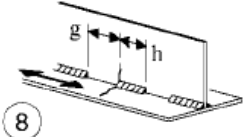
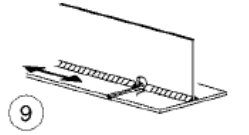
Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements	
90		<p>.9) З'єднання з подвійними накладками, болти підвищеної точності.</p> <p>.9) Double covered joint with fitted bolts.</p>	<p>.9) $\Delta\sigma$ обчислюється за перерізом нетто.</p> <p>.9) $\Delta\sigma$ net crosssection.</p>	<p>Відстань від краю:</p> <p>$e_2 \geq 1,5d$</p>
		<p>9) З'єднання з подвійними накладками ін'єкційними болтами без попереднього натягу.</p> <p>9) Double covered joint with non preloaded injection bolts.</p>	<p>$\Delta\sigma$ обчислюється за перерізом нетто.</p> <p>9) $\Delta\sigma$ net crosssection.</p>	<p>Крок болтів:</p> <p>$p_1 \geq 2,5d$</p>
		<p>10) З'єднання з односторонніми накладками і високоміцними болтами з попереднім натягом.</p> <p>10) One sided connection with preloaded high strength bolts.</p>	<p>10) $\Delta\sigma$ обчислюється за перерізом бруто.</p> <p>10) $\Delta\sigma$ gross cross-section.</p>	<p>Крок болтів:</p> <p>$p_2 \geq 2,5d$</p> <p>Позначення відповідно до EN 1993-1-8, рис. 3.1.</p> <p>For bolted connections (Details 8) to 13)) in general:</p> <p>End distance:</p>
		<p>11) Елементи конструкцій з отворами навантажені згинальним моментом і повздожнім зусиллям.</p> <p>11) Structural element with holes subject to bending and axial forces</p>	<p>11) $\Delta\sigma$ обчислюється за перерізом нетто.</p> <p>11) $\Delta\sigma$ net cross-section.</p>	<p>Edge distance:</p> <p>$e_2 \geq 1,5d$</p>
80		<p>12) З'єднання з односторонніми накладками, з болтами підвищеної точності.</p> <p>12) One sided connection with fitted bolts.</p>	<p>12) $\Delta\sigma$ обчислюється за перерізом нетто.</p> <p>12) $\Delta\sigma$ net cross-section.</p>	<p>Spacing:</p>



Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements	
		12) З'єднання з односторонніми накладками і ін'єкційними болтами без попереднього натягу. 12) One sided connection with non-preloaded injection bolts.	12) $\Delta\sigma$ обчислюється за перерізом нетто. 12) $\Delta\sigma$ net cross-section.	$p_1 \geq 2,5d$ Spacing:
50		13) З'єднання з односторонніми накладками або симетричне з'єднання з подвійними накладками, болтами нормальної точності без попереднього натягу. Без зміни напрямку вектора зусилля. 13) One sided or double covered symmetrical connection with non-preloaded bolts in normal clearance holes. N_0 load reversals.	13) $\Delta\sigma$ обчислюється за перерізом нетто. 13) $\Delta\sigma$ net cross-section.	$p_2 \geq 2,5d$ Detailing to EN 1993-1-8, Figure 3.1
50	 <p data-bbox="398 1061 616 1133">вплив розмірів для size effect for</p> <p data-bbox="336 1157 672 1197">$t > 30$ мм (mm): $k_s = (30/t)^{0,25}$</p>	14) Болти і стрижні з нарізаним або накатаним різьбленням в напруженому стані. Для великих діаметрів (анкерні болти) необхідно враховувати вплив розміру при допомозі k_s . 14) Bolts and rods with rolled or cut threads in tension. For large diameters (anchor bolts) the size effect has to be taken into account with k_s .	14) $\Delta\sigma$ розраховується за площею нетто і розтяг зусилля на болт. 14) $\Delta\sigma$ to be calculated using the tensile stress area of the bolt. Повинні враховуватися згин і розтяг від ефекту важеля і напруження згину від інших впливів. Для болтів з попереднім натягом може братися до уваги зменшення діапазону напруження циклу. Bending and tension resulting from prying effects and bending stresses from other sources must be taken into account. For preloaded bolts, the reduction of the stress range may be taken into account.	

Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
100 n=5		<p>Однорізні або двозрізні болти (різьблення не в площині зрізу) 15): болти підвищеної точності, болти нормальної точності без зміни напрямку вектора зусилля (болти класу міцності 5.6, 8.8 або 10.9).</p> <p>Bolts in single or double shear Thread not in the shear plane 15)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fitted bolts - normal bolts without load reversal (bolts of grade 5.6, 8.8 or 10.9) 	<p>15) $\Delta\tau$ обчислюється в площі бруто болта.</p> <p>15) $\Delta\tau$ calculated on the shank area of the bolt.</p>

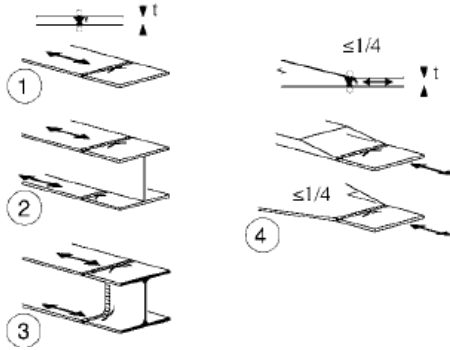
Таблиця 8.2 – Зварні збірні перерізи
Table 8.2 – Welded built-up sections

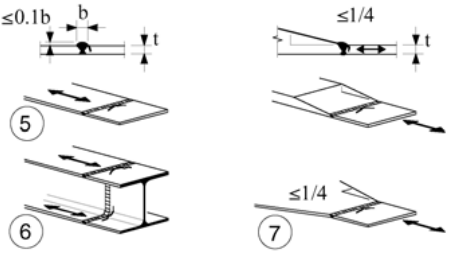
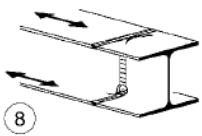
Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
125		<p>Безперервні повздовжні зварні шви.</p> <p>1) Торцеві шви, виконані автоматичним зварюванням з обох боків.</p> <p>2) Автоматичні кутові зварні шви. Торці пластин, які з'єднанні внахлест підлягають перевірці з використанням елемента 6) або 7) з таблиці 8.5.</p> <p>Continuous longitudinal welds:</p> <p>1) Automatic butt welds carried out from both sides.</p> <p>2) Automatic fillet welds. Cover plate ends to be checked using detail 6) or 7) in Table 8.5.</p>	<p>Елементи 1) і 2)</p> <p>Не допускаються дефекти на початку і кінці шва, за винятком випадків коли фахівцем виконуються ремонт і контроль для перевірки правильності ремонтних робіт.</p> <p>Details 1) and 2):</p> <p>No stop/start position is permitted except when the repair is performed by a specialist and inspection is carried out to verify the proper execution of the repair.</p>
112		<p>3) Кутовий або торцевий шов, виконаний автоматичним зварюванням з обох боків, але який містить дефекти на початку і кінці шва.</p> <p>4) Стиковий шов, виконаний автоматичним зварюванням тільки з одного боку з безперервною підкладкою, але без дефектів на початку і кінці шва.</p> <p>3) Automatic fillet or butt weld carried out from both sides but containing stop/start positions.</p> <p>4) Automatic butt welds made from one side only, with a continuous backing bar, but without stop/start positions.</p>	<p>4) Коли елемент містить дефекти на початку і кінці шва, повинна використовуватися категорія 100.</p> <p>4) When this detail contains stop/start positions category 100 to be used.</p>

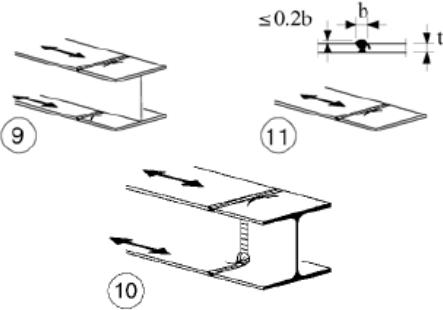
Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
100	 	<p>5) Кутювий або торцевий шов, виконаний ручним зварюванням.</p> <p>6) Односторонній торцевий шов, виконаний ручним зварюванням або автоматичним зварюванням зокрема для балок коробчатого перерізу.</p> <p>5) Manual fillet or butt weld.</p> <p>6) Manual or automatic butt welds carried out from one side only, particularly for box girders</p>	<p>5), 6) Необхідна дуже хороша підгонка стику між полицею і стінкою балки.</p> <p>Край стінки повинен бути підготовлений так, щоб притуплена кромка забезпечувала постійний провар кореня шва без розривів.</p> <p>5), 6) A very good fit between the flange and web plates is essential. The web edge to be prepared such that the root face is adequate for the achievement of regular root penetration without break-out.</p>
100		<p>7) Відремонтовані кутюві шви, виконані ручним зварюванням або автоматичним зварюванням, або торцеві зварні шви для категорій 1) - 6).</p> <p>7) Repaired automatic or manual fillet or butt welds for categories 1) to 6).</p>	<p>7) Виправлення шліфуванням, виконані фахівцем для видалення всіх видимих дефектів, і відповідний контроль можуть відновити первинну категорію.</p> <p>7) Improvement by grinding performed by specialist to remove all visible signs and adequate verification can restore the original category.</p>
81	 <p>$g/h \leq 2,5$</p>	<p>8) Зварне з'єднання з переривистим повздовжнім кутювим швом.</p> <p>8) Intermittent longitudinal fillet welds.</p>	<p>8) $\Delta\sigma$ нормальне напруження в полиці.</p> <p>8) $\Delta\sigma$ based on direct stress in flange.</p>
71		<p>9) Зварне з'єднання з торцевими або кутювими швами і перетинаючи шви отворами заввишки не більше 60 мм. Для отворів, що перетинають шов, заввишки більше 60 мм див. елемент 1) у таблиці 8.4.</p> <p>9) Longitudinal butt weld, fillet weld or intermittent weld with a cope hole height not greater than 60 mm. For cope holes with a height > 60 mm see detail 1) in Table 8.4</p>	<p>9) $\Delta\sigma$ нормальне напруження в полиці.</p> <p>9) $\Delta\sigma$ based on direct stress in flange.</p>

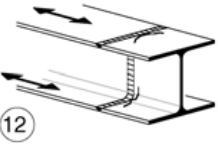
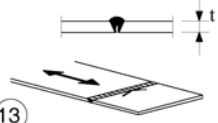
Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
125		10) Повздовжній стиковий зварний шов зі знятими напруженнями з обох боків паралельного напрямку навантаження, 100 % не руйнуючий контроль. 10) Longitudinal butt weld, both sides ground flush parallel to load direction, 100% NDT.	
112		10) Без шліфовки з початкової і кінцевої сторін з'єднання. 10) N_0 grinding and no start/stop	
90		10) Незаплавлене поглиблення на початку і кінці зварного шва. 10) with start/stop positions	
		11) Автоматичне повздовжнє контактне зварювання без дефектів на початку і кінці шва в профілях з порожнинами. 11) Automatic longitudinal seam weld without stop/start positions in hollow sections	11) Відсутність допустимих дефектів за EN 1090 Товщина стінки $t > 12,5$ мм. 11) Free from defects outside the tolerances of EN 1090. Wall thickness $t \leq 12,5$ mm.
		11) Автоматичне повздовжнє контактне зварювання без дефектів на початку і кінці шва в профілях з порожнинами. 11) Automatic longitudinal seam weld without stop/start positions in hollow sections	11) Товщина стінки 11) Wall thickness $t > 12,5$ мм (mm)
		11) З дефектами в початку/кінці шва. 11) with stop/start positions	
<p>Для елементів 1 - 11 з повністю механізованим зварюванням застосовуються категорії для автоматичного зварювання. For details 1 to 11 made with fully mechanized welding the categories for automatic welding apply.</p>			

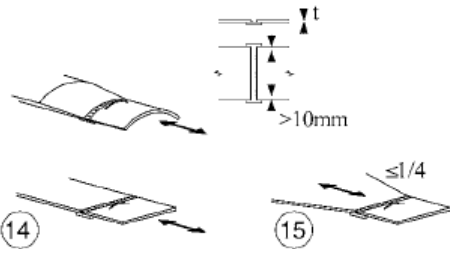
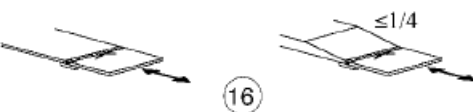
Таблиця 8.3 – Поперечні стикові зварні шви
Table 8.3 – Transverse butt welds


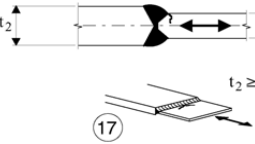
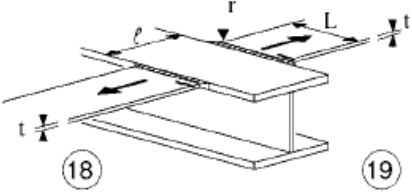
Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
112	 <p>вплив розміру для size effect for $t > 25$ мм (mm): $k_s = (25 / t)^{0.25}$</p>	<p>Без підкладки</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Поперечне з'єднання в пластинах і плитах 2) З'єднання в полицях і стінках балок виконані перед збиранням 3) Стикові зварні шви поперечних перерізів прокатних балок, без отворів, що перетинають шви 4) Поперечне з'єднання в пластинах і плитах, що звужуються по ширині або товщині, з ухилом $\leq 1/4$. <p>Without backing bar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Transverse splices in plates and flats. 2) Flange and web splices in plate girders before assembly. 3) Full cross-section butt welds of rolled sections without cope holes. 4) Transverse splices in plates or flats tapered in width or in thickness, with a slope $\leq 1/4$. 	<p>Всі зварні шви повинні бути зі знятими випуклостями паралельно напрямку, вказаному стрілкою.</p> <p>Ділянки натікання металу шва на поверхню основного металу повинні бути фрезеровані до поверхні у напрямі напруження.</p> <p>Зварювання з обох боків; перевіряється неруйнуючим контролем.</p> <p>Елемент 3)</p> <p>Тільки для з'єднань прокатного профілю, що розрізають і повторно зварюють.</p> <ul style="list-style-type: none"> - All welds ground flush to plate surface parallel to direction of the arrow. - Weld run-on and run-off pieces to be used and subsequently removed, plate edges to be ground flush in direction of stress. - Welded from both sides; <p>checked by NDT.</p> <p>Detail 3):</p> <p>Applies only to joints of rolled sections, cut and rewelded.</p>

<p>Категорія елементів Detail category</p>	<p>Елемент конструкції Constructional detail</p>	<p>Опис Description</p>	<p>Вимоги Requirements</p>
<p>90</p>	 <p>вплив розміру для size effect for $t > 25 \text{ мм (mm): } k_s = (25 / t)^{0.2}$</p>	<p>5) Поперечне з'єднання в пластинах і плитах</p> <p>6) Стикові зварні шви поперечних перерізів прокатних балок без перетинаючих шви отворів</p> <p>7) Поперечне з'єднання в пластинах і плитах, що звужуються по ширині або товщині, з ухилом $\leq 1/4$</p> <p>5) Transverse splices in plates or flats.</p> <p>6) Full cross-section butt welds of rolled sections without cope holes.</p> <p>7) Transverse splices in plates or flats tapered in width or in thickness with a slope $\leq 1/4$..</p> <p>Translation of welds to be machined notch free.</p>	<p>Висота опуклості зварного шва не повинна перевищувати 10 % ширини шва з плавним переходом до поверхні пластини</p> <p>Ділянки натікання металу шва на поверхню основного металу повинні бути фрезеровані до поверхні у напрямі напруження</p> <p>Зварювання з обох боків перевіряється неруйнуючим контролем</p> <p>Елементи 5) і 7)</p> <p>Зварювання виконується в нижньому положенні.</p> <ul style="list-style-type: none"> - The height of the weld convexity to be not greater than 10% of the weld width, with smooth transition to the plate surface. - Weld run-on and run-off pieces to be used and subsequently removed, plate edges to be ground flush in direction of stress. - Welded from both sides; <p>checked by NDT.</p> <p>Details 5 and 7: Welds made in flat position.</p>
<p>80</p>	 <p>вплив розміру для</p>	<p>8) Як елемент 3), але з перетинаючими шви отворами.</p> <p>8) As detail 3) but with cope holes.</p>	<p>Всі зварні шви повинні бути зі знятими випуклостями паралельного напрямку, вказаному стрілкою</p> <p>Ділянки натікання металу шва на поверхню основного металу повинні бути фрезеровані до поверхні у напрямі напруження</p> <p>Зварювання - з обох боків; перевіряється</p>

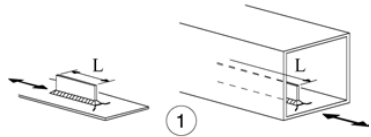

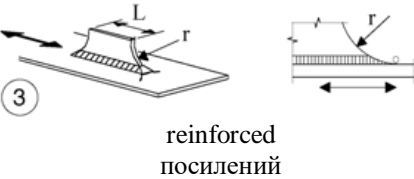
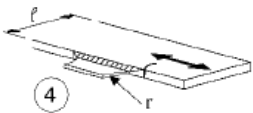
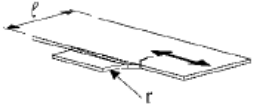
Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
	<p>size effect for</p> $t > 25 \text{ мм (mm): } k_s = (25 / t)^{0.2}$		<p>неруйнуючим контролем</p> <p>Прокатні профілі - тих же розмірів без урахування допусків.</p> <ul style="list-style-type: none"> - All welds ground flush to plate surface parallel to direction of the arrow. - Weld run-on and run-off pieces to be used and subsequently removed, plate edges to be ground flush in direction of stress. - Welded from both sides; <p>checked by NDT.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rolled sections with the same dimensions without tolerance differences
80	 <p>вплив розміру для</p> <p>size effect for</p> $t > 25 \text{ мм (mm): } k_s = (25 / t)^{0.2}$	<p>9) Поперечне з'єднання балки без перетинаючих шви отворів</p> <p>10) Стикові зварні шви поперечних перерізів прокатних балок з перериваючими отворами</p> <p>11) Поперечне з'єднання в пластинах, плитах, прокатному профілі або балці.</p> <p>9) Transverse splices in welded plate girders without cope hole.</p> <p>10) Full cross-section butt welds of rolled sections with cope holes.</p> <p>11) Transverse splices in plates, flats, rolled sections or plate girders.</p>	<p>Висота випуклості зварного шва не повинна перевищувати 20 % ширини шва, з плавним переходом до поверхні пластини</p> <p>Зварний шов не фрезерується до поверхні пластин</p> <p>Ділянки натікання металу шва на поверхню основного металу повинні бути фрезеровані до поверхні в напрямі напруження</p> <p>Зварювання - з обох боків; перевіряється неруйнуючим контролем</p> <p>Елемент 10)</p> <p>Висота опуклості зварного шва не повинна перевищувати 10 % ширини шва, з плавним</p>


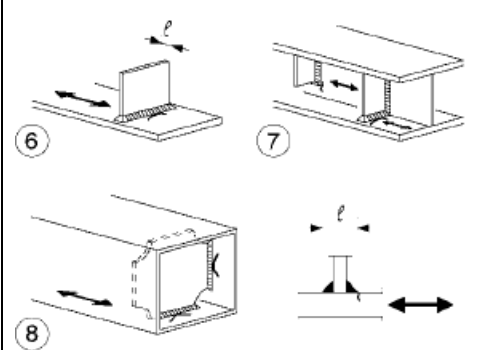
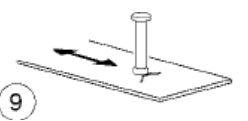
Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
			<p>переходом до поверхні пластини.</p> <ul style="list-style-type: none"> - The height of the weld convexity to be not greater than 20% of the weld width, with smooth transition to the plate surface. - Weld not ground flush - Weld run-on and run-off pieces to be used and subsequently removed, plate edges to be ground flush in direction of stress. - Welded from both sides; <p>checked by NDT.</p> <p>Detail 10:</p> <p>The height of the weld convexity to be not greater than 10% of the weld width, with smooth transition to the plate surface.</p>
63		<p>12) Стикові зварні шви поперечних перерізів прокатних балок без отворів, що перетинають шви.</p> <p>12) Full cross-section butt welds of rolled sections without core hole.</p>	<p>Ділянки натікання металу шва на поверхню основного металу повинні бути фрезеровані до поверхні у напрямі напруження Зварювання з обох боків</p> <ul style="list-style-type: none"> - Weld run-on and run-off pieces to be used and subsequently removed, plate edges to be ground flush in direction of stress. - Welded from both sides.
36		<p>13) Односторонні стикові зварні шви</p> <p>13) Butt welds made from one side only.</p>	<p>13) Без підкладки</p> <p>13) Without backing strip.</p>
71	<p>вплив розміру для</p>	<p>13) Односторонні стикові зварні шви з повним проваром, перевірені засобами неруйнуючого</p>	

Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
	<p>size effect for</p> $t > 25 \text{ мм (mm): } k_s = (25 / t)^{0.2}$	<p>контролю</p> <p>13) Butt welds made from one side only when full penetration checked by appropriate NDT.</p>	
71	 <p>вплив розміру для size effect for</p> $t > 25 \text{ мм (mm): } k_s = (25 / t)^{0.2}$	<p>З підкладкою</p> <p>14) Поперечне з'єднання</p> <p>15) Поперечне стикове зварне з'єднання, що звужується по ширині або товщині з ухилом $\leq 1/4$</p> <p>Можна застосувати для гнутих пластин.</p> <p>With backing strip:</p> <p>14) Transverse splice.</p> <p>15) Transverse butt weld tapered in width or thickness with a slope $\leq 1/4$.</p> <p>Also valid for curved plates.</p>	<p>Елементи 14) і 15)</p> <p>Кутові шви, що прикріплюють підкладки не доводити > 10 мм до краю навантаженої пластини.</p> <p>Прихваточні шви всередині кромки стикових швів</p> <p>Details 14) and 15):</p> <p>Fillet welds attaching the backing strip to terminate ≥ 10 mm from the edges of the stressed plate.</p> <p>Tack welds inside the shape of butt welds.</p>
50	 <p>вплив розміру для size effect for</p> $t > 25 \text{ мм (mm): } k_s = (25 / t)^{0.2}$	<p>16) Поперечне стикове зварне з'єднання, що звужується по ширині або товщині, з ухилом $\leq 1/4$, на підкладці, яка видаляється,</p> <p>Можна застосувати для зігнутих пластин</p> <p>16) Transverse butt weld on a permanent backing strip tapered in width or thickness with a slope $\leq 1/4$.</p> <p>Also valid for curved plates.</p>	<p>16) У випадку, коли кутовий шов для кріплення підкладки закінчується < 10 мм від краю пластини або якщо не може бути гарантована хороша підгонка</p> <p>16) Where backing strip fillet welds end < 10 mm from the plate edge, or if a good fit cannot be guaranteed.</p>
71	<p>вплив розміру для $t > 25$ мм і/або для врахування</p> <p>ухил (slope) $\leq 1/2$</p>	<p>17) Поперечне з'єднання, різні за товщиною листи без переходу по товщині листів, вирівнювання по осьовій</p>	

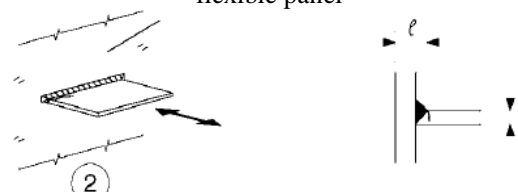
Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
	<p>ексцентричності: size effect for $t > 25$ mm and/or generalization for eccentricity:</p> $k_s = \left(\frac{25}{t_1}\right)^{0.2} \left/ \left(1 + \frac{6e}{t_1} \frac{t_1^{1.5}}{t_1^{1.5} + t_2^{1.5}}\right)\right.$  <p>$t_2 \geq t_1$</p>	<p>лінії</p> <p>17) Transverse butt weld, different thicknesses without transition, centrelines aligned.</p> 	
<p>Як елемент 1 в табл. 8.5 As detail 1 in Table 8.5</p>		<p>18) Поперечне стикове зварне з'єднання на полицях, що перетинаються</p> <p>18) Transverse butt weld at intersecting flanges.</p>	<p>Елементи 18) і 19)</p> <p>Межа втоми для деталі, що не перетинається зварним швом повинна бути перевірена за таблицею 8.4</p>
<p>Як елемент 4 в табл. 8.4 As detail 4 in Table 8.4</p>		<p>19) З радіусом переходу, відповідно до таблиці 8.4, елемент 4)</p> <p>19) With transition radius according to Table 8.4, detail 4</p>	<p>як елемент 4) або елемент 5)</p> <p>Details 18) and 19)</p> <p>The fatigue strength of the continuous component has to be checked with Table 8.4, detail 4 or detail 5.</p>

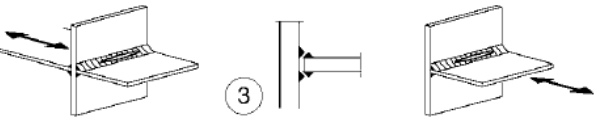
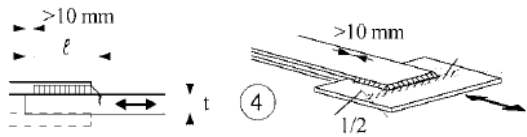
Таблиця 8.4 – Підкріплення і ребра жорсткості при зварюванні
Table 8.4 – Weld attachments and stiffeners

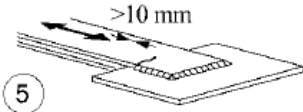
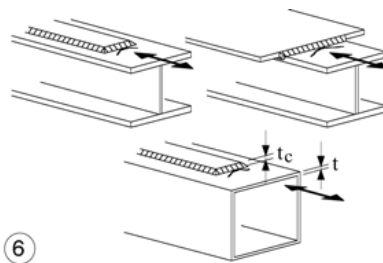
Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail		Опис Description	Вимоги Requirements
80	$L \leq 50$ мм (mm)		Повздовжні ребра	Товщина ребра повинна бути менше ніж його висота. Інакше див. таблицю 8.5, елементи 5) і 6) The thickness of the attachment must be less than its height. If not see Table 8.5, details 5 or 6.
71	$50 < L \leq 80$ мм (mm)		1) Категорія елементів варіюється залежно від довжини ребра L	
63	$80 < L \leq 100$ мм (mm)		Longitudinal attachments:	
56	$L > 100$ мм (mm)		1) The detail category varies according to the length of the attachment L .	
71	$L > 100$ мм (mm) $\alpha < 45^\circ$		2) Повздовжні ребра в пластині або трубі	
			2) Longitudinal attachments to plate or tube.	
80	$r > 150$ мм (mm)	 <p>reinforced посилений</p>	3) Повздовжні підсилюючі ребра з кутовими швами з плавним переходом до пластини або труби; торець кутового шва посилений (повний провар), довжина посиленого шва	Елементи 3) і 4) Радіус r плавного переходу виконується на ребрі перед зварюванням спочатку механічним або газоплазмовим різанням; область плавного переходу і зварний шов фрезеруються по напрямку стрілки так, щоб край шва повністю віддалявся
			3) Longitudinal fillet welded gusset with radius transition to plate or tube; end of fillet weld reinforced (full penetration); length of reinforced weld > 1 .	
90	$\frac{r}{L} \geq \frac{1}{3}$ або (or) $r > 150$ мм (mm)		4) Приставний лист, приварений до краю пластини або полиці балки	Details 3) and 4): Smooth transition radius r formed by initially machining or gas cutting the gusset plate before welding, then subsequently grinding the weld area parallel to the direction of the arrow so that the transverse weld toe is fully removed.
71	$\frac{1}{6} \leq \frac{r}{L} \leq \frac{1}{3}$		4) Gusset plate, welded to the edge of a plate or beam flange.	

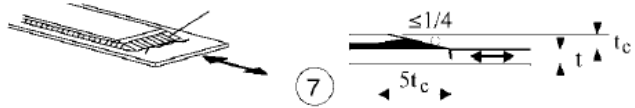
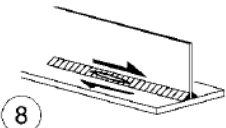
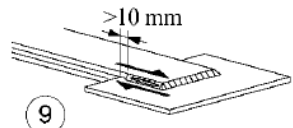
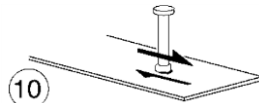
Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail		Опис Description	Вимоги Requirements
50	$\frac{r}{L} < \frac{1}{6}$	L: довжина приєднання як в елементах 1, 2 або 3 L: attachment length as in detail 1, 2 or 3		
40			5) Приварено без радіусу переходу/ 5) As welded, no radius transition.	
80	$\ell \leq 50$ мм (mm)		Поперечні ребра 6) Приварені до пластини	Елементи 6) і 7)
71	$50 < \ell \leq 80$ мм (mm)		<p>7) Вертикальні ребра жорсткості приварені до балки або площинної ферми</p> <p>8) Діафрагма коробчатих балок приварена до полиці або стінки</p> <p>Не допускається для малих перерізів профілів з порожнинами</p> <p>Значення також застосовуються для підкріплюючих кілець</p> <p>Transverse attachments:</p> <p>6) Welded to plate.</p> <p>7) Vertical stiffeners welded to a beam or plate girder.</p> <p>8) Diaphragm of box girders welded to the flange or the web.</p> <p>May not be possible for small hollow sections. The values are also valid for ring stiffeners.</p>	<p>Кінці зварних швів повинні бути ретельно відфрезеровані для видалення можливих подрізів</p> <p>7) $\Delta\sigma$ повинна обчислюватися за значеннями головного напруження, якщо ребро жорсткості не доходить до полиці, див. ліву сторону</p> <p>Details 6) and 7):</p> <p>Ends of welds to be carefully ground to remove any undercut that may be present.</p> <p>7) $\Delta\sigma$ to be calculated using principal stresses if the stiffener terminates in the web, see left side.</p>
80			9) Вплив приварених зрізаних штифтів на основний метал 9) The effect of welded shear studs on base material.	

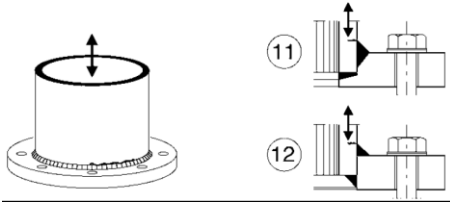
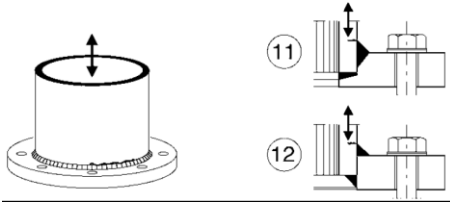
Таблиця 8.5 – Зварні вузли, що безпосередньо сприймають навантаження
Table 8.5 – Load carrying welded joints

Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail		Опис Description	Вимоги Requirements
80	$l < 50$ мм (mm)	всі t [мм] (mm)	<p>Хрестоподібні і таврові з'єднання</p> <p>1) Руйнування в основі торцевих швів з повним проваром і всіх з'єднань з неповним проваром.</p> <p>Cruciform and Tee joints:</p> <p>1) Toe failure in full penetration butt welds and all partial penetration joints.</p>	<p>1) Огляд показує відсутність розшарування і відхилень від вісі за вимогами EN 1090</p> <p>2) Для обчислення $\Delta\sigma$ використовують змінне номінальне напруження</p> <p>3) Для з'єднань з частковим проваром необхідно дві оцінки втоми. По-перше, утворення тріщини в корені шва перевіряється відповідно до напруження визначеними в розділі 5 з використанням категорії 36* для $\Delta\sigma_w$ і категорії 80 для $\Delta\tau_w$. По-друге, утворення зовнішньої поздовжньої тріщини визначається по $\Delta\sigma$ у навантаженій пластині.</p> <p>Елементи 1) - 3) Відхилення від вісі в найбільше навантаженої пластини не повинні перевищувати 15 % від товщини середньої пластини.</p>
71	$50 < l \leq 80$	всі t		
63	$80 < l \leq 100$	всі t		
56	$100 < l \leq 120$	всі t		
56	$l > 120$	$t \leq 20$		
50	$120 < l \leq 200$ $l > 200$	$t > 20$ $20 < t \leq 30$		
45	$200 < l \leq 300$ $l > 300$	$t > 30$ $30 < t \leq 50$		
40	$l > 300$	$t > 50$		
Як елемент 1 в табл. 8.5 As detail 1 in Table 8.5	<p>гнучка панель flexible panel</p> 		<p>2) Руйнування в основі зварного шва на краю приєднання до пластини, із підвищенням напруження на краях зварного шва через локальні концентрації деформацій пластини.</p> <p>2) Toe failure from edge of attachment to plate, with stress peaks at weld ends due to local plate deformations.</p>	<p>1) Inspected and found free from discontinuities and misalignments outside the tolerances of EN 1090.</p> <p>2) For computing $\Delta\sigma$, use modified nominal stress.</p>

Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
36*		<p>3) Руйнування кореня торцевого шва у таврових зварних з'єднаннях з неповним проваром або в з'єднаннях з кутовими зварними швами з ефективним повним проваром у таврових зварних з'єднаннях.</p> <p>3) Root failure in partial penetration Tee-butt joints or fillet welded joint and effective full penetration in Tee-butt joint.</p>	<p>3) In partial penetration joints two fatigue assessments are required. Firstly, root cracking evaluated according to stresses defined in section 5, using category 36* for $\Delta\sigma_w$ and category 80 for $\Delta\tau_w$</p> <p>Secondly, toe cracking is evaluated by determining $\Delta\sigma$ in the load-carrying plate. Details 1) to 3):</p> <p>The misalignment of the load carrying plates should not exceed 15 % of the thickness of the intermediate plate.</p>
<p>Як елемент 1 в табл. 8.5</p> <p>As detail 1 in Table 8.5</p>		<p>Зварні з'єднання внахлест</p> <p>4) Кутовий зварний шов у з'єднанні з нахлестом.</p> <p>Overlapped welded joints:</p> <p>4) Fillet welded lap joint.</p>	<p>4) $\Delta\sigma$ у пластині повинно обчислюватися в області, що показана на рис.</p> <p>5) $\Delta\sigma$ повинно обчислюватися в перекриваючих пластинах</p> <p>Елементи 4) і 5)</p> <p>Флангові шви починаються на відстані не менше ніж 10 мм від краю пластини</p>

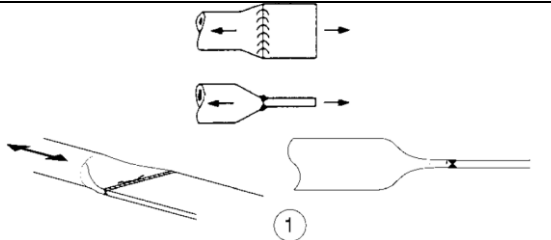
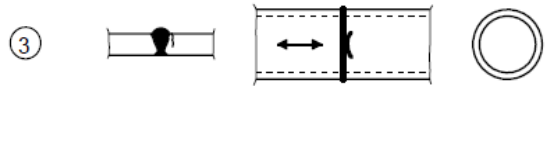
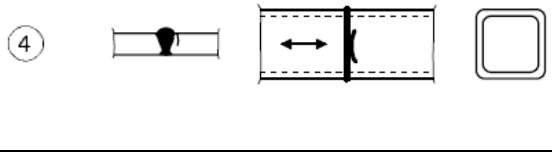
Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail		Опис Description	Вимоги Requirements	
45*			Зварні з'єднання внахлест 5) Кутловий зварний шов у з'єднанні з напуском. Overlapped: 5) Fillet welded lap joint.	Поява зсувних тріщин у зварному шві повинна контролюватися як в елементі конструкції 8). 4) $\Delta\sigma$ in the main plate to be calculated on the basis of area shown in the sketch. 5) $\Delta\sigma$ to be calculated in the overlapping plates. Details 4) and 5): - Weld terminations more than 10 mm from plate edge. - Shear cracking in the weld should be checked using detail 8).	
	$t_c < t$	$t_c \geq t$		Зовнішні накладки в балках і площинних фермах 6) Торцеві зони привареної накладки з поперечним швом або без нього.	6) Якщо зовнішня накладка ширша ніж полиця, необхідний поперечний торцевий зварний шов. Він повинен бути ретельно відфрезерований для видалення підрізів. Мінімальна довжина зовнішньої накладки 300 мм.
56*	$t \leq 20$	-		Cover plates in beams and plate girders:	Для урахування впливу розміру більше коротких накладок див. елемент 1).
50	$20 < t \leq 30$	$t \leq 20$		6) End zones of single or multiple welded cover plates, with or without transverse end weld.	6) If the cover plate is wider than the flange, a transverse end weld is needed. This weld should be carefully ground to remove undercut.
45	$30 < t \leq 50$	$20 < t \leq 30$			The minimum length of the cover plate is 300 mm. For shorter attachments size effect see detail 1).
40	$t > 50$	$30 < t \leq 50$			
36	-	$t > 50$			

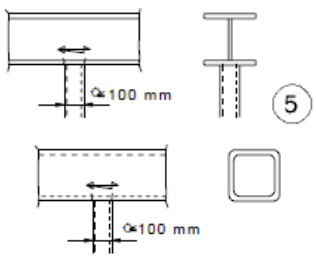
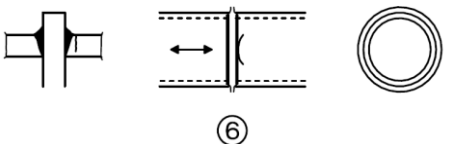
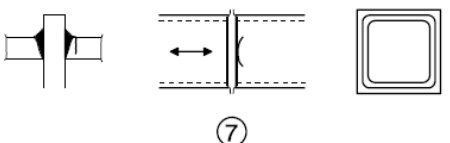
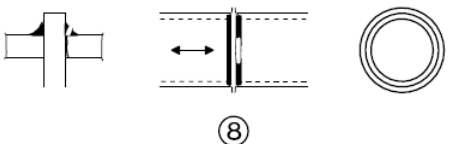
Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
56	<p>Посилене поперечне кінцеве зварювання reinforced transverse end weld</p> 	<p>7) Зовнішні накладки в балках і площинних фермах: 5t_c - мінімальна довжина посиленого зварного шва. 7) Cover plates in beams and plate girders. 5t_c is the minimum length of the reinforcement weld.</p>	<p>7) Фрезерувати поперечний лобовий шов до поверхні пластини. Додатково, якщо $t_c > 20$ мм, торець пластини шліфується з ухилом $< 1/4$. 7) Transverse end weld ground flush. In addition, if $t_c > 20$ mm, front of plate at the end ground with a slope < 1 in 4.</p>
80 $m = 5$	 	<p>8) Безперервні кутові зварні шви, що передають зсув, такі як зварні шви, що сполучають стінку з полицею в балках. 9) Зварне з'єднання внахлест. 8) Continuous fillet welds transmitting a shear flow, such as web to flange welds in plate girders. 9) Fillet welded lap joint.</p>	<p>8) $\Delta\tau$ повинно обчислюватися в перерізі зварного шва. 9) $\Delta\tau$ повинно обчислюватися в перерізі зварного шва з урахуванням повної довжини шва. Кінець шва не доводиться до краю пластини більше ніж на 10 мм див. також 4) і 5) 8) $\Delta\tau$ to be calculated from the weld throat area. 9) $\Delta\tau$ to be calculated from the weld throat area considering the total length of the weld. Weld terminations more than 10 mm from the plate edge, see also 4) and 5) above.</p>
див. (see) EN 1994-2 (90 $m = 8$)		<p>Приварені зрізні штифти 10) Для комплексного застосування Welded stud shear connectors: 10) For composite application</p>	<p>10) $\Delta\tau$ повинно обчислюватися за номінальним поперечним перерізом штифта 10) $\Delta\tau$ to be calculated from the nominal cross section of the stud.</p>

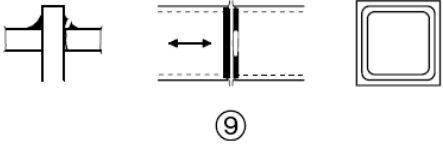
Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
71		<p>11) Приварювання труби до фланця зі стиковими швами з 80 % повним проваром.</p> <p>11) Tube socket joint with 80% full penetration butt welds.</p>	<p>11) Зварний шов фрезерується.</p> <p>$\Delta\sigma$ обчислюється в перерізі труби</p> <p>11) Weld toe ground. $\Delta\sigma$ computed in tube.</p>
40		<p>12) Приварювання труби до фланця кутовими зварними швами</p> <p>12) Tube socket joint with fillet welds.</p>	<p>12) $\Delta\sigma$ обчислюється в перетині труби.</p> <p>12) $\Delta\sigma$ computed in tube.</p>

Таблиця 8.6 – Профілі з порожнинами ($t \leq 12,5$ мм)

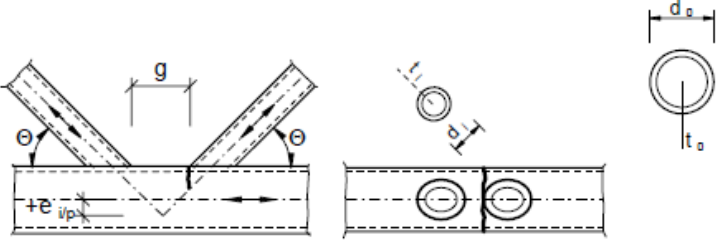
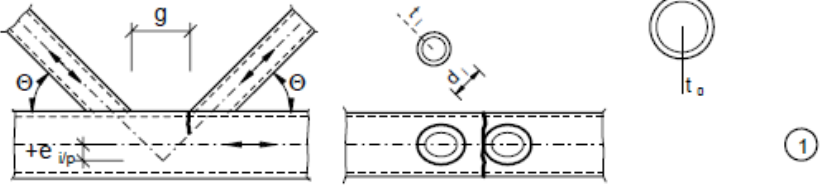
Table 8.6 – Hollow sections ($t \leq 12,5$ mm)

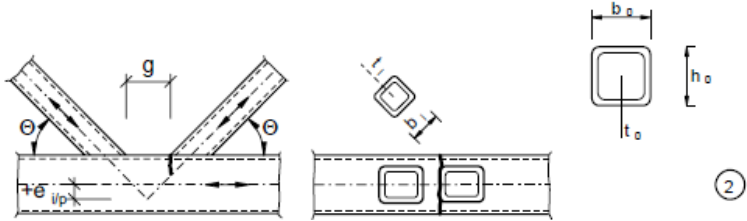
Категорія елементів Detail category	Елементи конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
71		1) З'єднання труби з пластиною. Труба сплющуються, стикове зварювання (X-подібне оброблення кромки) 1) Tube-plate joint, tubes flattened, butt weld (X-groove)	1) $\Delta\sigma$ обчислюється в перерізі труби. Застосовується тільки для труб діаметром менше 200 мм 1) $\Delta\sigma$ computed in tube. Only valid for tube diameter less than 200 mm.
71	$\alpha \leq 45^\circ$	2) З'єднання труби з пластиною. Труба шліфується і приварюється до пластини. Отвори на кінці шліца 2) Tube-plate joint, tube slitted and welded to plate. Holes at end of slit.	2) $\Delta\sigma$ обчислюється в перерізі труби. Поява тріщин зсуву в зварному шві повинно контролюватися з використанням таблиці 8.5 елемент 8) 2) $\Delta\sigma$ computed in tube. Shear cracking in the weld should be verified using Table 8.5, detail 8).
63	$\alpha > 45^\circ$		
71		Поперечне стикове з'єднання 3) Стикові з'єднання торцями профілів з порожнинами кільцевого перерізу Transverse butt welds: 3) Butt-welded end-to-end connections between circular structural hollow sections.	Елементи 3) і 4) Опуклість зварного шва $\leq 10\%$, ширина зварного шва з плавним переходом Зварювання в нижньому положенні, контроль якості зварного шва на предмет відсутності дефектів згідно EN 1090. Підвищується на 2 категорії елементів, якщо $t > 8$ мм.
56		4) Стикові з'єднання торцями профілів з порожнинами прямокутного перерізу 4) Butt-welded end-to-end connections between rectangular structural hollow sections.	Details 3) and 4): - Weld convexity $\leq 10\%$ of weld width, with smooth transitions. - Welded in flat position, inspected and found free from defects outside the tolerances EN 1090.

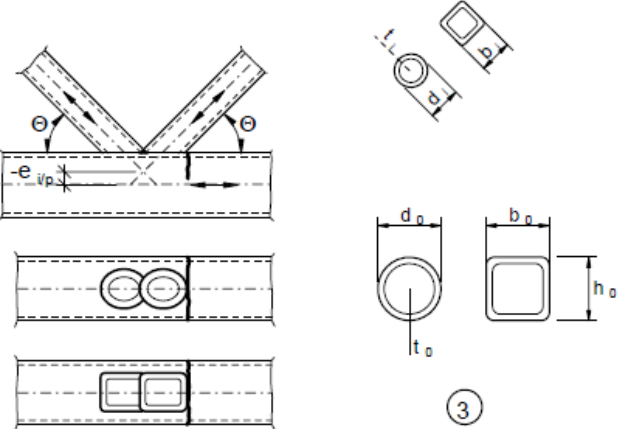
Категорія елементів Detail category	Елементи конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
			- Classify 2 detail categories higher if $t > 8$ mm.
71		<p>Приварені примикання</p> <p>5) Профіль з порожнинами круглого або прямокутного перерізу зварюється кутовими зварними швами до іншого профілю</p> <p>Welded attachments:</p> <p>5) Circular or rectangular structural hollow section, filletwelded to another section.</p>	<p>5)</p> <p>Зварювання, безпосередньо сприймаючим навантаження.</p> <p>Ширина, паралельна напрямку навантаження $l \leq 100$ мм</p> <p>Для інших випадків див. таблицю 8.4</p> <p>5)</p> <p>- Non load-carrying welds.</p> <p>- Width parallel to stress direction $l \leq 100$ mm.</p> <p>- Other cases see Table 8.4.</p>
50		<p>Зварний стик за допомогою проміжної пластини</p> <p>6) З'єднання із стиковими торцевими швами профілів з порожнинами кільцевого перерізу за допомогою проміжної пластини.</p> <p>Welded splices:</p> <p>6) Circular structural hollow sections, butt-welded end-to-end with an intermediate plate.</p>	<p>Елементи 6) і 7)</p> <p>Зварні шви безпосередньо сприймаючі навантаження.</p> <p>Контроль на відсутність дефектів згідно EN 1090</p> <p>Підвищується на 1 категорію елементів, якщо $t > 8$ мм.</p> <p>Details 6) and 7):</p> <p>- Load-carrying welds.</p>
45		<p>7) З'єднання із стиковими торцевими швами профілів прямокутного перерізу з порожнинами за допомогою проміжної пластини.</p> <p>7) Rectangular structural hollow sections, butt welded end-to-end with an intermediate plate.</p>	<p>- Welds inspected and found free from defects outside the tolerances of EN 1090.</p> <p>- Classify 1 detail category higher if $t > 8$ mm.</p>
40		<p>8) З'єднання із кутовими швами профілів кільцевого перерізу з порожнинами за допомогою проміжної пластини.</p> <p>8) Circular structural hollow sections, fillet-welded end-to-end with an intermediate plate.</p>	<p>Елементи 8) і 9)</p> <p>Зварні шви безпосередньо сприймаючі навантаження.</p> <p>Товщина стінки $t \leq 8$ мм</p>

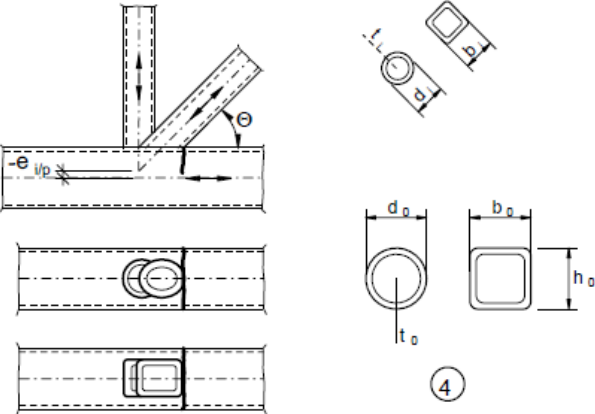
Категорія елементів Detail category	Елементи конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
36		<p>9) З'єднання із кутовими швами профілів прямокутного перерізу з порожнинами за допомогою проміжної пластини.</p> <p>9) Rectangular structural hollow sections, fillet-welded end-to-end with an intermediate plate.</p>	<p>Details 8) and 9):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Load-carrying welds. - Wall thickness $t \leq 8$ mm.

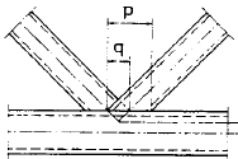
Таблиця 8.7 – Вузлові з'єднання гратчастих ферм
Table 8.7 – Lattice girder node joints

Категорія елементів Detail category	Елементи конструкції Constructional detail		Вимоги Requirements
90 $m = 5$	$\frac{t_o}{t_i} \geq 2,0$	<p>З'єднання із зазором: елемент 1): з'єднання типів К і N, профілі з порожнинами круглого перерізу: Gap joints: Detail 1): K and N joints, circular structural hollow sections:</p> 	<p>Елементи 1) і 2) Необхідні окремі розрахунки для поясів і розкосів Для проміжних значень співвідношень t_o/t_i виконується лінійна інтерполяція між категоріями елементів</p>
45 $m = 5$	$\frac{t_o}{t_i} = 1,0$		<p>Кутові шви визначені для розкосів з товщиною стінки Details 1) and 2): - Separate assessments needed for the chords and the braces. - For intermediate values of the ratio t_o/t_i interpolate linearly between detail</p>

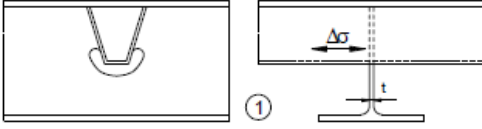

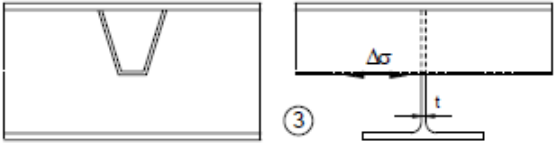
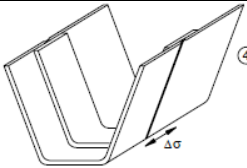
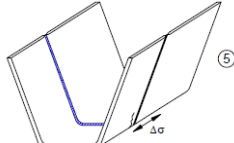
Категорія елементів Detail category	Елементи конструкції Constructional detail	Вимоги Requirements
<p>71 $m = 5$</p>	<p>$\frac{t_o}{t_i} \geq 2,0$</p> <p>З'єднання із зазором: елемент 2): з'єднання типу К і N, профілі з порожнинами прямокутного перерізу: Gap joints: Detail 2): K and N joints, rectangular structural hollow sections:</p> 	<p>categories.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fillet welds permitted for braces with wall thickness $t \leq 8$ мм (mm) - t_o і $t_i \leq 8$ мм (mm) - $35^\circ \leq \theta \leq 50^\circ$ - $b_o / t_o \times t_o / t_i \leq 25$ - $d_o / t_o \times t_o / t_i \leq 25$ - $0,4 \leq b_i / b_o \leq 1,0$ - $0,25 \leq d_i / d_o \leq 1,0$ - $b_o \leq 200$ мм (mm) - $d_o \leq 300$ мм (mm) - $0,5h_o \leq e_i / p \leq 0,25h_o$ - $0,5d_o \leq e_i / p \leq 0,25d_o$ - $e_o / p \leq 0,02b_o$ or $\leq 0,02d_o$
<p>36 $m = 5$</p>	<p>$\frac{t_o}{t_i} = 1,0$</p>	<p>[e_o / p – розцентрування вузла] ([e_o / p is out-of-plane eccentricity])</p> <p>Елемент 2) (Detail 2)):</p> <ul style="list-style-type: none"> $0,5(b_o - b_i) \leq g \leq 1,1(b_o - b_i)$ i $g \geq 2t_o$

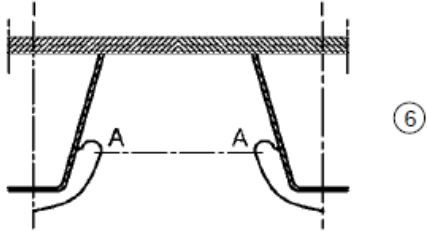
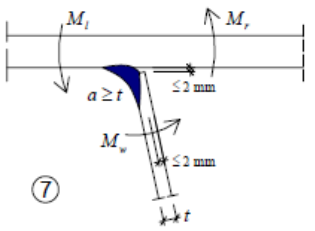
Категорія елементів Detail category	Елементи конструкції Constructional detail	Вимоги Requirements
71 $m = 5$	<p>З'єднання з нахлестом: елемент 3): з'єднання типу К, профілі з порожнинами круглого або прямокутного перерізу:</p> <p>Overlap joints: Detail 3): K joints, circular or rectangular structural hollow sections:</p>	<p>Елементи 3) and 4):</p> <ul style="list-style-type: none"> - $30\% \leq \text{внахлест} \leq 100\%$ - $\text{внахлест} = (q/p) \times 100\%$
56 $m = 5$	<p>$\frac{t_0}{t_i} = 1,0$</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Необхідні окремі розрахунки для поясів і розкосів - Для проміжних значень відношення t_0/t_i виконується лінійна інтерполяція між категоріями елементів - Кутові шви визначені для <p>Details 3) and 4):</p> <ul style="list-style-type: none"> - $30\% \leq \text{overlap} \leq 100\%$ - $\text{overlap} = (q/p) \times 100\%$ - Separate assessments needed for the chords and the braces.

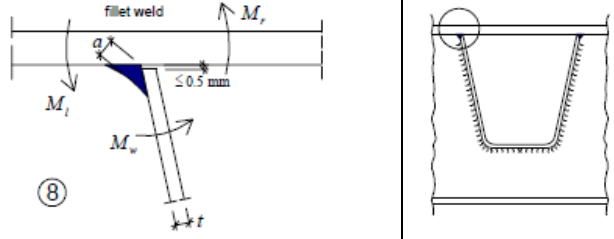
Категорія елементів Detail category	Елементи конструкції Constructional detail	Вимоги Requirements
<p>71 $m=5$</p> <p>$\frac{t_o}{t_i} \geq 1,4$</p>	<p>З'єднання з нахлестом: елемент 4): з'єднання типу N, профілі з порожнинами круглого або прямокутного перерізу:</p> <p>Overlap joints: Detail 4): N joints, circular or rectangular structural hollow sections:</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - For intermediate values of the ratio t_o/t_i interpolate linearly between detail categories. - Fillet welds permitted for braces with wall thickness розкосів з товщиною стінки $t \leq 8$ мм (mm) - t_o і $t \leq 8$ мм (mm) - $35^\circ \leq \theta \leq 50^\circ$ - $b_o / t_o \times t_o / t_i \leq 25$ - $d_o / t_o \times t_o / t_i \leq 25$ - $0,4 \leq b_i / b_o \leq 1,0$
		<ul style="list-style-type: none"> - $0,25 \leq d_i / d_o \leq 1,0$ - $b_o \leq 200$ мм - $d_o \leq 300$ мм - $0,5h_o \leq e_i / p \leq 0,25h_o$ - $0,5d_o \leq e_i / p \leq 0,25d_o$ - $e_o / p \leq 0,02b_o$ or $\leq 0,02d_o$

			<p>[e_0 / p – розцентрування вузла] ([e_0 / p is out-of-plane eccentricity]) Визначення p і q (Definition of p and q):</p> 
<p>50 $m = 5$</p>	<p>$\frac{t_0}{t_i} = 1,0$</p>		

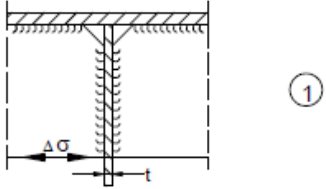
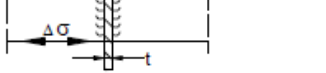
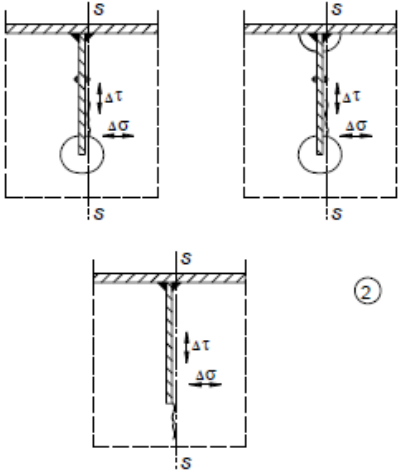
Таблиця 8.8 – Ортоотропні плити - закриті ребра
Table 8.8 – Orthotropic decks – closed stringers

Категорії елементів Detail category	Конструкційні елементи Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
80	$t \leq 12$ мм (mm)		1) Розрахунок на базі діапазону нормальних напружень циклу $\Delta\sigma$ у повздовжньому ребрі
71	$t > 12$ мм (mm)		1) Assessment based on the direct stress range $\Delta\sigma$ in the longitudinal stringer.
80	$t \leq 12$ мм (mm)		2) Розрахунок на базі діапазону нормальних напружень циклу $\Delta\sigma$ у ребрі
71	$t > 12$ мм (mm)		2) Assessment based on the direct stress range $\Delta\sigma$ in the stringer.
36		3) Окреме повздовжнє ребро з кожного боку поперечної балки	3) Розрахунок на базі діапазону нормальних напружень циклу $\Delta\sigma$ у ребрі
		3) Separate longitudinal stringer each side of the cross girder.	3) Assessment based on the direct stress range $\Delta\sigma$ in the stringer.
71		4) З'єднання в ребрах, стикове з'єднання з повним проваром на сталевій підкладці	4) Розрахунок на базі діапазону нормальних напружень циклу $\Delta\sigma$ у ребрі
		4) Joint in rib, full penetration butt weld with steel backing plate.	4) Assessment based on the direct stress range $\Delta\sigma$ in the stringer.
112	<p>Як елемент 1, 2, 4 в табл. 8.3</p> <p>As detail 1, 2, 4 in Table 8.3</p> 	5) Стиконе з'єднання з повним проваром в ребрах, зварювання з обох сторін без сталеві підкладки	5) Розрахунок на базі діапазону нормальних напружень циклу $\Delta\sigma$ у ребрі. Прихвоточні зварні шви всередині кромки стикових швів
		5) Full penetration butt weld in rib, welded from both sides, without backing plate.	

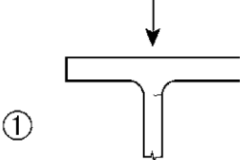
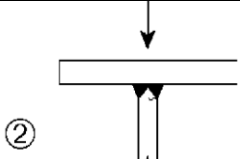
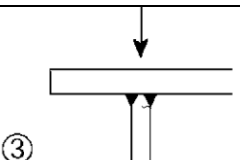
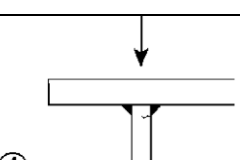
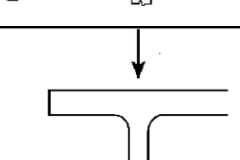
Категорії елементів Detail category	Конструкційні елементи Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
90	Як елемент 5, 7 в табл. 8.3 As detail 5, 7 in Table 8.3		5) Assessment based on the direct stress range $\Delta\sigma$ in the stringer. Tack welds inside the shape of butt welds.
80	Як елемент 9, 11 в табл. 8.3 As detail 9, 11 in Table 8.3		
71		<p>6) Небезпечні перерізи стінки поперечної балки внаслідок вирізів</p> <p>6) Critical section in web of cross girder due to cut outs.</p>	<p>6) Розрахунок на базі діапазону напруження циклу в небезпечній секції з урахуванням ефекту Віренделя</p> <p>Примітка: У випадку, якщо діапазон напруження циклу визначається згідно EN 1993-2, 9.4.2.2(3), може використовуватися категорія елементів 112.</p> <p>6) Assessment based on stress range in critical section taking account of Vierendeel effects.</p> <p>NOTE: In case the stress range is determined according to EN 1993-2, 9.4.2.2(3), detail category 112 may be used.</p>
71		<p>Зварний шов, з'єднуючий плиту настилу з трапецієвидним або V-образним ребром секції</p> <p>7) Неповний провар з $a \geq t$</p> <p>Weld connecting deck plate to trapezoidal or V-section rib</p> <p>7) Partial penetration weld with $a \geq t$</p>	<p>7) Розрахунок на базі діапазону нормальних напружень циклу від згину пластини</p> <p>7) Assessment based on direct stress range from bending in the plate.</p>

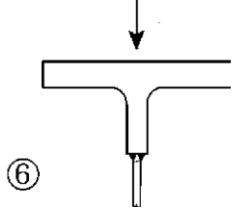
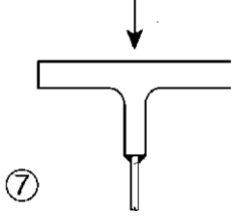
Категорії елементів Detail category	Конструкційні елементи Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
50		<p>8) Кутівий зварний шов або неповний провар поза зоною елемента 7)</p> <p>8) Fillet weld or partial penetration welds out of the range of detail 7)</p>	<p>8) Розрахунок на базі діапазону нормальних напружень циклу від згину пластини</p> <p>8) Assessment based on direct stress range from bending in the plate.</p>

Таблиця 8.9 – Ортотропні плити – відкриті ребра
Table 8.9 – Orthotropic decks – open stringers

Категорія елементів Detail category	Конструкційні елементи Constructional detail		Опис Description	Вимоги Requirements
80	$t \leq 12 \text{ мм (mm)}$		<p>1) З'єднання повздовжнього ребра з поперечною балкою</p> <p>1) Connection of longitudinal stringer to cross girder.</p>	<p>1) Розрахунок на базі діапазону нормальних напружень циклу $\Delta\sigma$ у ребрі</p> <p>1) Assessment based on the direct stress range $\Delta\sigma$ in the stringer.</p>
71	$t > 12 \text{ мм (mm)}$		<p>2) З'єднання нерозрізного повздовжнього ребра з поперечною балкою</p> <p>2) Connection of continuous longitudinal stringer to cross girder.</p>	<p>2) Розрахунок на базі підсумовування діапазону дотичного напруження циклу $\Delta\tau$ і нормального напруження циклу $\Delta\sigma$ у стінці поперечної балки, за еквівалентним діапазоном напруження циклу:</p> <p>2) Assessment based on combining the shear stress range $\Delta\tau$ and direct stress range $\Delta\sigma$ in the web of the cross girder, as an equivalent stress range:</p>
56			<p>Перевірка напружень на лінії між ребрами за вимогами EN 1993-2.</p> <p>Check also stress range between stringers as defined in EN 1993-2.</p>	$\Delta\sigma_{eq} = \frac{1}{2} \left(\Delta\sigma + \sqrt{\Delta\sigma^2 + 4\Delta\tau^2} \right)$

Таблиця 8.10 – З'єднання верхньої полиці і стінки балки
Table 8.10 – Top flange to web junction of runway beams

Категорія елементів Detail category	Конструкційні елементи Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
160		1) Двотаврові профілі з вузькими або широкими полицями 1) Rolled I- or H-sections	1) Діапазон вертикальних стискаючих напружень циклу $\Delta\sigma_{vert}$ у стінці від колісних навантажень 1) Vertical compressive stress range $\Delta\sigma_{vert}$ in web due to wheel loads
71		2) Торцевий шов з повним проваром 2) Full penetration tee-butt weld	2) Діапазон вертикальних стискаючих напружень циклу $\Delta\sigma_{vert}$ у стінці від колісних навантажень 2) Vertical compressive stress range $\Delta\sigma_{vert}$ in web due to wheel loads
36*		3) Таврове з'єднання з неповним проваром шва або з ефективним повним проваром, відповідним EN 1993-1-8 3) Partial penetration tee-butt welds, or effective full penetration tee-butt weld conforming with EN 1993-1-8	3) Діапазон напруження циклу $\Delta\sigma_{vert}$ у перерізі шва від вертикального стиску колісними навантаженнями 3) Stress range $\Delta\sigma_{vert}$ in weld throat due to vertical compression from wheel loads
36*		4) Кутові шви 4) Fillet welds	4) Діапазон напруження циклу $\Delta\sigma_{vert}$ у перерізі шва від вертикального стиску колісними навантаженнями 4) Stress range $\Delta\sigma_{vert}$ in weld throat due to vertical compression from wheel loads
71		5) Полиця із таврового профілю з повним проваром стикового шва з'єднання з стінкою балки 5) T-section flange with full penetration tee-butt weld	5) Діапазон вертикальних стискаючих напружень циклу $\Delta\sigma_{vert}$ у стінці від колісних навантажень 5) Vertical compressive stress range $\Delta\sigma_{vert}$ in web due to wheel loads

Категорія елементів Detail category	Конструкційні елементи Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
36*		<p>6) Полиця з таврового профілю з неповним проваром торцевого шва з'єднання або з ефективним повним проваром шва відповідним EN 1993-1-8</p> <p>6) T-section flange with partial penetration tee-butt weld, or effective full penetration tee-butt weld conforming with EN 1993-1-8</p>	<p>6) Діапазон напруження циклу $\Delta\sigma_{vert}$ у перерізі шва від вертикального стиску колісними навантаженнями</p> <p>6) Stress range $\Delta\sigma_{vert}$ in weld throat due to vertical compression from wheel loads</p>
36*		<p>7) Полиця із таврового профілю з кутовими швами з'єднання з стінкою</p> <p>7) T-section flange with fillet welds</p>	<p>7) Діапазон напруження циклу $\Delta\sigma_{vert}$ у перерізі шва від вертикального стиску колісними навантаженнями</p> <p>7) Stress range $\Delta\sigma_{vert}$ in weld throat due to vertical compression from wheel loads</p>

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

**ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ
ВТОМНОГО НАВАНТАЖЕННЯ І
ФОРМИ КОНТРОЛЮ**

ANNEX A
[normative]

**DETERMINATION OF FATIGUE LOAD
PARAMETERS AND VERIFICATION
FORMATS**

A.1 Визначення процесів навантаження

(1) Типові процеси навантаження, які достовірно відображають встановлену верхню межу всіх експлуатаційних навантажень, очікуваних протягом розрахункової довговічності, повинні визначатися з використанням накопиченого досвіду роботи схожих конструкцій, рис. А.1,а).

A.2 Історія навантаження в елементі

(1) Історія навантаження повинна призначатися для конструкційного елемента з міркувань, що враховують форму відповідних блоків коливань і ефект динамічного збільшення реакції конструкції, рис. А.1,б).

(2) Історії навантаження можуть також бути визначені за допомогою вимірювань на схожих конструкціях або з динамічних розрахунків конструкції.

A.3 Підрахунок циклів

(1) Історії навантаження можуть бути оцінені одним з наступних методів підрахунку циклів:

- метод дощового потоку;
- метод резервуару, рис. А.1,с).

Для визначення:

- діапазонів напружень циклів і числа циклів;
- середнього напруження, у випадках, коли потрібно враховувати вплив середнього напруження.

A.4 Спектр діапазону напруження циклу

(1) Спектр діапазону напруження циклу повинен визначатися представленням

A.1 Determination of loading events

(1) Typical loading sequences that represent a credible estimated upper bound of all service load events expected during the fatigue design life should be determined using prior knowledge from similar structures, see Figure A.1 a).

A.2 Stress history at detail

(1) A stress history should be determined from the loading events at the structural detail under consideration taking account of the type and shape of the relevant influence lines to be considered and the effects of dynamic magnification of the structural response, see Figure A.1 b).

(2) Stress histories may also be determined from measurements on similar structures or from dynamic calculations of the structural response.

A.3 Cycle counting

(1) Stress histories may be evaluated by either of the following cycle counting methods:

- rainflow method
- reservoir method, see Figure A.1,с).

To determine:

- stress ranges and their numbers of cycles
- mean stresses, where the mean stress influence needs to be taken into account.

A.4 Stress range spectrum

(1) The stress range spectrum should be determined by presenting the stress ranges and

пр. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-9:201X

діапазонів напруження циклу і відповідного числа циклів в порядку зменшення їх числа, рис. А.1,d).

(2) Спектри діапазонів напруження циклу можуть бути змінені виключенням малих пікових значень діапазонів напруження циклу, які вносять менше 1 % повного пошкодження, і малих діапазонів напруження циклу нижче за межу пошкодження.

(3) Спектри діапазонів напруження циклу можуть бути стандартизовані за їх формою, наприклад з координатами $\overline{\Delta\sigma} = 1,0$, і $\overline{\sum n} = 1,0$.

A.5 Число циклів до руйнування

(1) При використанні розрахункового спектру діапазони прикладеного напруження циклу $\Delta\sigma_i$ повинні бути помножені на γ_{Ff} , а значення межі втоми $\Delta\sigma_c$ повинні бути поділені на γ_{Mf} для набуття значення довговічності N_{Ri} для кожного блоку в спектрі. Пошкодження D_d в проектній довговічності повинно обчислюватися як

$$D_d = \sum_i^n \frac{n_{Ei}}{N_{Ri}} \quad (\text{A.1})$$

де:

n_{Ei} - число циклів, відповідне діапазону напруження циклу $\gamma_{Ff}\Delta\sigma_i$ для і-го блоку в стандартизованому спектрі;

N_{Ri} - довговічність (у циклах), отримана із стандартизованої кривої $\frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} - N_R$ для діапазону напруження циклу $\gamma_{Ff}\Delta\sigma_i$.

(2) На базі еквівалентності D_d розрахунковий спектр діапазонів напружень циклу може бути перетворений в будь-який еквівалентний розрахунковий спектр діапазонів напружень циклу, наприклад розрахунковий спектр діапазону напруження циклу постійної амплітуди, який дає еквівалентне втомне

the associated number of cycles in descending order, see Figure A.1 d).

(2) Stress range spectra may be modified by neglecting peak values of stress ranges representing less than 1% of the total damage and small stress ranges below the cut off limit.

(3) Stress range spectra may be standardized according to their shape, e.g. with the coordinates $\overline{\Delta\sigma} = 1,0$, and $\overline{\sum n} = 1,0$

A.5 Cycles to failure

(1) When using the design spectrum the applied stress ranges $\Delta\sigma_i$ should be multiplied by γ_{Ff} and the fatigue strength values $\Delta\sigma_c$ divided by γ_{Mf} in order to obtain the endurance value N_{Ri} for each band in the spectrum. The damage D_d during the design life should be calculated from:

where:

n_{Ei} is the number of cycles associated with the stress range $\gamma_{Ff}\Delta\sigma_i$ for band i in the factored spectrum;

N_{Ri} is the endurance (in cycles) obtained from the factored $\frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} - N_R$ curve for a stress range of $\gamma_{Ff}\Delta\sigma_i$.

(2) On the basis of equivalence of D_d the design stress range spectrum may be transformed into any equivalent design stress range spectrum, e.g. a constant amplitude design stress range spectrum yielding the fatigue equivalent load Q_e associated with the cycle number $n_{\max} = \sum n_i$ or $Q_{E,2}$ associated

навантаження Q_e , відповідне числу циклів $n_{\max} = \sum n_i$ або $Q_{E,2}$ відповідне числу циклів $N_C = 2 \times 10^6$.

with the cycle number $N_C = 2 \times 10^6$

A.6 Форми контролю

(1) Оцінка втоми, заснована на накопиченні пошкоджень, повинна задовольняти наступним критеріям:

– ґрунтуватися на накопиченні пошкоджень

$$D_d \leq 1,0 \quad (\text{A.2})$$

– ґрунтуватися на діапазоні напруження циклу

A.6 Verification formats

(1) The fatigue assessment based on damage accumulation should meet the following criteria:

– based on damage accumulation:

– based on stress range:

$$\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} \leq \sqrt[m]{D_d} \frac{\Delta \sigma_C}{\gamma_{Mf}} \quad (\text{A.3})$$

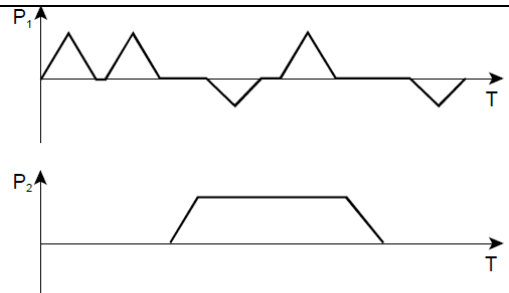
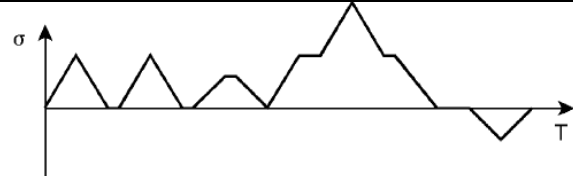
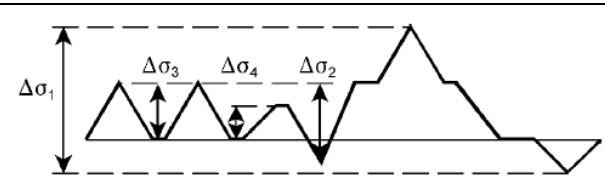
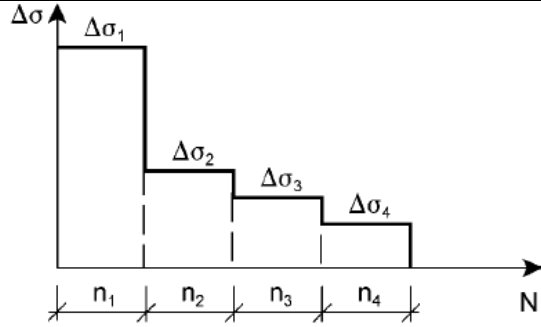
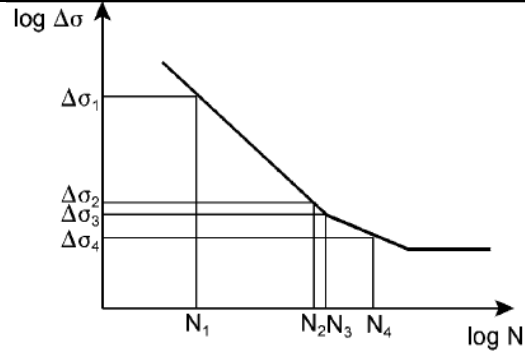
<p>a) Послідовність навантаження: типовий цикл навантаження (повторюваний n разів за час проекційної довговічності)</p> <p>a) Loading sequence: Typical load cycle (repeated n-times in the design life)</p>	
<p>b) Історія навантажень елемента b) Stress history at detail</p>	
<p>c) Підрахунок числа циклів (наприклад, методом накопичення)</p> <p>c) Cycle counting (e.g. reservoir method)</p>	
<p>d) Спектр діапазону напруження циклу d) Stress range spectrum</p>	
<p>e) Число циклів до руйнування e) Cycles to failure</p>	
<p>f) Підсумовування пошкоджень (гіпотеза Пальмгрена-Майнера)</p> <p>f) Damage summation (Palmgren-Miner rule)</p>	$\sum \frac{n_i}{N_i} = \frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} + \frac{n_3}{N_3} + \frac{n_4}{N_4} \leq D_L$

Рисунок А.1 – Метод накопиченого пошкодження
Figure A.1 – Cumulative damage method

ДОДАТОК В
(обов'язковий)

ВИТРИВАЛІСТЬ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ ЛОКАЛЬНОГО НАПРУЖЕННЯ

ANNEX B
[normative]

FATIGUE RESISTANCE USING THE GEOMETRIC (HOT SPOT) STRESS METHOD

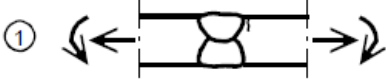
(1) Для застосування методу локального напруження в таблиці В.1 приведені категорії елементів з тріщинами, що утворюються починаючи від:

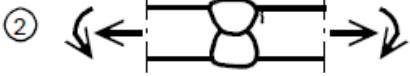
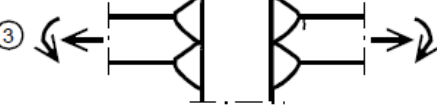
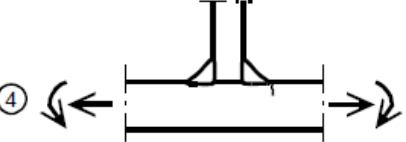
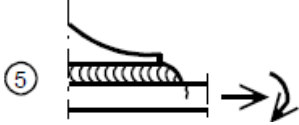
- країв стикових зварних швів;
- країв ребер, приварених кутовими швами;
- країв кутових швів в хрестоподібних з'єднаннях.

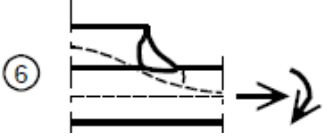
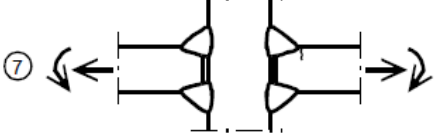
(1) For the application of the geometric stress method detail categories are given in Table B.1 for cracks initiating from

- toes of butt welds,
- toes of fillet welded attachments,
- toes of fillet welds in cruciform joints.

Таблиця В.1 – Категорії елементів для використання методу локального напруження
Table B.1 – Detail categories for use with geometric (hot spot) stress method

Категорії елементів Detail category	Елементи конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
112		<p>1) Стикове з'єднання з повним проваром</p> <p>1) Full penetration butt joint.</p>	<p>1)</p> <p>Всі шви фрезеруються до поверхні пластин паралельно напрямку, вказаному стрілкою</p> <p>Ділянки натікання металу на поверхню основного металу видаляються, краї пластин повинні бути фрезеровані до поверхні у напрямі напруження</p> <p>Зварювання з обох боків, перевірка неруйнівним контролем</p> <p>Відносно відхилення від осей див. Примітку 1.</p> <p>1)</p> <ul style="list-style-type: none"> - All welds ground flush to plate surface parallel to direction of the arrow. - Weld run-on and run-off pieces to be used and subsequently removed, plate edges to be ground flush in direction of stress. - Welded from both sides, checked by NDT. - For misalignment see NOTE: 1.

Категорії елементів Detail category	Елементи конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
100		<p>2) Стиконе з'єднання з повним проваром</p> <p>2) Full penetration butt joint.</p>	<p>2)</p> <p>Зварний шов не фрезерується</p> <p>Ділянки натікання металу на поверхню основного металу повинні бути видалені, краї пластин повинні бути фрезеровані до поверхні у напрямі напруження</p> <p>Зварювання з обох боків</p> <p>Відносно відхилення від осей див. Примітку 1.</p> <p>2)</p> <p>- Weld not ground flush</p> <p>- Weld run-on and run-off pieces to be used and subsequently removed, plate edges to be ground flush in direction of stress.</p> <p>- Welded from both sides.</p> <p>- For misalignment see NOTE: 1.</p>
100		<p>3) Хрестоподібне з'єднання з повним проваром стикових К-подібних швів</p> <p>3) Cruciform joint with full penetration K-butt welds.</p>	<p>3)</p> <p>Кут нахилу поверхні зварного шва $\leq 60^\circ$</p> <p>Відносно відхилення від осей див. Примітку 1.</p> <p>3)</p> <p>- Weld toe angle $\leq 60^\circ$</p> <p>- For misalignment see NOTE: 1.</p>
100		<p>4) Ненавантажені кутові шви</p> <p>4) Non load-carrying fillet welds.</p>	<p>4)</p> <p>Кут нахилу поверхні зварного шва $\leq 60^\circ$.</p> <p>Див. також Примітку 2.</p> <p>4)</p> <p>- Weld toe angle $\leq 60^\circ$ -</p> <p>See also NOTE: 2.</p>
100		<p>5) Торці консолей, торці повздовжніх ребер жорсткості</p> <p>5) Bracket ends, ends of longitudinal stiffeners.</p>	<p>5)</p> <p>Кут нахилу поверхні зварного шва $\leq 60^\circ$.</p> <p>Див. також Примітку 2.</p> <p>5)</p> <p>- Weld toe angle $\leq 60^\circ$.</p> <p>- See also NOTE 2:</p>

Категорії елементів Detail category	Елементи конструкції Constructional detail	Опис Description	Вимоги Requirements
100		<p>6) Кінці пластин з'єднаних внахлест і подібні ним з'єднання</p> <p>6) Cover plate ends and similar joints.</p>	<p>6)</p> <p>Кут нахилу поверхні зварного шва $\leq 60^\circ$.</p> <p>Див. також Примітку 2.</p> <p>6)</p> <p>- Weld toe angle $\leq 60^\circ$.</p> <p>- See also NOTE 2:</p>
90		<p>7) Хрестоподібні з'єднання навантаженими кутовими швами</p> <p>7) Cruciform joints with loadcarrying fillet welds.</p>	<p>7)</p> <p>Кут нахилу поверхні зварного шва $\leq 60^\circ$.</p> <p>Відносно відхилення від осей див. Примітку 1.</p> <p>Див. також Примітку 2.</p> <p>7)</p> <p>- Weld toe angle $\leq 60^\circ$.</p> <p>- For misalignment see NOTE 1:</p> <p>- See also NOTE 2:</p>

Примітка 1. Таблиця В.1 не враховує ефекти відхилення від осей. Вони повинні розглядатися окремо в процесі визначення напруження.

NOTE 1: Table B.1 does not cover effects of misalignment. They have to be considered explicitly in determination of stress.

Примітка 2. Таблиця В.1 не враховує утворення втомних тріщин починаючи від кореня зварного шва з подальшим розповсюдженням через товщину шва.

NOTE 2: Table B.1 does not cover fatigue initiation from the root followed by propagation through the throat.

Примітка 3. Визначення кута нахилу поверхні шва див. в EN 1090.

NOTE 3: For the definition of the weld toe angle see EN 1090.

БІБЛІОГРАФІЯ

ISO 2394 Загальні принципи надійності конструкцій

ISO 3898 Основа проектування конструкцій – Нотатки. Загальні умовні позначки

ISO 8930 Загальні принципи надійності конструкцій. Перелік еквівалентних термінів

BIBLIOGRAPHY

ISO 2394 General principles on reliability for structures

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

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

ДОДАТОК НА
(довідковий)**ПЕРЕЛІК НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ УКРАЇНИ (ДСТУ),
ІДЕНТИЧНИХ МС, ПОСИЛАННЯ НА ЯКІ Є В EN 1993-1-9:2005**

Позначення та назва європейського стандарту	Ступінь відповідності	Позначення та назва національного стандарту України (ДСТУ)
EN 1990 - Basis of structural design	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1990:2008 «Єврокод. Основи проектування конструкцій (EN 1990:2002, IDT)»
EN 1994-2 Design of Composite Steel and Concrete Structures: Part 2: Bridges	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1994-2:2012 «Єврокод 4. Проектування сталезалізобетонних конструкцій. Частина 2. Загальні правила і правила для мостів (EN 1994-2:2005, IDT)»
EN 1993-1-8 Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-8: Design of joints	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-8:2011 «Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-8. Проектування з'єднань (EN 1993-1-8:2005, IDT)»
EN 1993-1-5 Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-5: General rules - Plated structural elements	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-5:2012 «Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-5. Пластинчасті конструктивні елементи (EN 1993-1-5:2006, IDT)»
EN 1993-2 Eurocode 3: Design of steel structures - Part 2: Steel bridges	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1993-2:2012 «Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 2. Сталеві мости (EN 1993-2:2006, IDT)»

Українська версія

Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій
Частина 1-9. Витривалість

Eurocode 3 - Calcul des structures EN acier
- Partie 1-9: Fatigue

Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion
von Stahlbauten - Teil 1-9: Ermüdung

Це корегування вступає у дію, починаючи з 1 квітня 2009 року для включення у три офіційні мовні версії EN.

Ce corrigendum prendra effet le 1 avril 2009 pour incorporation dans les trois versions linguistiques officielles de la EN.

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

ЄВРОПЕЙСЬКИЙ КОМІТЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦІЇ
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Центр Управління: Авеню Марні 17, В-1000 Брюссель

EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

EN 1993-1-9:2005/AC

April 2009

ICS 91.010.30

English Version

Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-9: Fatigue

Eurocode 3 - Calcul des structures EN acier
- Partie 1-9: Fatigue

Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion
von Stahlbauten - Teil 1-9: Ermüdung

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

Ce corrigendum prendra effet le 1 avril 2009 pour incorporation dans les trois versions linguistiques officielles de la EN.

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

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

Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

© 2009 CEN All rights of exploitation in any form and by any means reserved worldwide for CEN national Members.

Ref. No.: EN 1993-1-9:2005/AC:2009 D/E/F

**Зміни до
EN 1993-1-9:2005/AC:2005**

1) Зміна до п. 2

Поправки: додати "P" після пункту номера і замінити "необхідно" на "повинні" у разі необхідності. Поправки підкреслені, як вказано.

"(1)P Елементи конструкцій повинні бути запроєктовані з розрахунком на таку витривалість, щоб їх експлуатація була надійною з необхідною вірогідністю протягом всієї проектної довговічності."

**Зміни до
EN 1993-1-9:2005/AC:2009**

2) Зміни до п. 3

Пункт '(7)', за списком 'б)', замінити " β – значення, достатнього для остаточної перевірки граничних станів "на:" β - значення, прийняті рівним тим, які вимагаються для остаточної перевірки граничних станів".

3) Зміни до п. 4

*Пункт '(2)', замінити текст в останньому реченні в дужках "(див. **Таблицю 4.1** - для профілів круглого перерізу, **Таблицю 4.2** - для профілів прямокутного перерізу)" на: "(див. **Таблицю 4.1** - для профілів з порожнинами круглого перерізу, **Таблицю 4.2** - для профілів з порожнинами прямокутного перерізу, ці профілі можуть бути геометрично обмежені відповідно до таблиці 8.7)".*

*Пункт '(2)', '**Таблиця 4.1**' та '**Таблиця 4.2**', у стовчиках 'Стійкі' для 'К-типу з'єднання', замінити "1,0" на: "-".*

*Пункт '(2)', '**Примітка**', замінити "**Примітка**" на: "**Примітка 1.**".*

Пункт '(2)', додати:

" Примітка 2 Діапазони геометричних дій:

Для круглих профілів з порожнинами плоскі з'єднання (К-, N-, КТ-з'єднання):

**Modifications due to
EN 1993-1-9:2005/AC:2005**

1) Modification to Clause 2

The corrections are to add a "P" after the clause number and replace "should" with "shall" where appropriate. The corrections are underlined as shown.

"(1)P Structural members shall be designed for fatigue such that there is an acceptable level of probability that their performance will be satisfactory throughout their design life."

**Modifications due to
EN 1993-1-9:2005/AC:2009**

2) Modification to Clause 3

Paragraph '(7)', list entry 'b)', change "the β – values equal to those for ultimate limit state verifications" into: "the β -values to be at least equal to those required for ultimate limit state verifications".

3) Modifications to Clause 4

*Paragraph '(2)', change the text in the last sentence between the brackets "(see **Table 4.1** for circular sections, **Table 4.2** for rectangular sections)" into: "(see **Table 4.1** for circular hollow sections, **Table 4.2** for rectangular hollow sections; these sections are subject to the geometrical restrictions according to Table 8.7)".*

*Paragraph '(2)', '**Table 4.1**' and '**Table 4.2**', in the columns 'Verticals' for 'K-type joints', change "1,0" into: "-".*

*Paragraph '(2)', '**NOTE**', change "**NOTE**" into: "**NOTE: 1**".*

Paragraph '(2)', add:

"NOTE: 2 Ranges of geometric validity:

For CHS planar joints (K-, N-, KT-joints):

$$0,30 \leq \beta \leq 0,60$$

$$12,0 \leq \gamma \leq 30,0$$

$$0,25 \leq \tau \leq 1,0$$

$$30^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$$

Для прямокутних профілів з порожнинами
(К-, N-, КТ-з'єднання):

For SHS joints (K-, N-, KT-joints):

$$0,40 \leq \beta \leq 0,60$$

$$6,25 \leq \gamma \leq 12,5$$

$$0,25 \leq \tau \leq 1,0$$

$$30^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$$

4) Зміна до п. 5

Пункт '(5)', 'Примітка', замінити посилання "8(2)" на: "8(3)".

4) Modification to Clause 5

Paragraph '(5)', 'NOTE', change reference to "8(2)" into: "8(3)".

5) Зміна до п. 7.1

Пункт '(2)', замінити "Для номінального напруження постійної амплітуди межа втоми може бути" на: "Для номінального напруження постійної амплітуди діапазон межі втоми може бути".

5) Modification to 7.1

Paragraph '(2)', change "For constant amplitude nominal stresses fatigue strengths can" into: "For constant amplitude nominal stress ranges the fatigue strength can".

6) Зміна до п. 8

Пункт '(4)', Примітка 1., замінити "уточнене для діапазонів дотичного напруження циклів" на: "уточнене тільки для діапазонів дотичного напруження циклів".

6) Modifications to Clause 8

Paragraph '(4)', 'NOTE: 1', change "adopted for shear stress ranges" into: "adopted also for shear stress ranges".

'Таблиця 8.1', другий рядок '[Категорія елемента] 160', третя колонка, замінити в цій комірії:

'Table 8.1', second row '[Detail category] 160', third column, change in this cell:

– описання "Прокатні і пресовані вироби:" на: "Прокатні або пресовані вироби:";

– the description "Rolled and extruded products:" into: "Rolled or extruded products:";

– описання "Пластини і листи" на: "Пластини і листи з прокатними кромками";

– the description "Plates and flats" into: "Plates and flats with as rolled edges";

– описання: "Прокатний профіль" на: "Прокатний профіль з прокатними кромками".

– the description: "Rolled sections" into: "Rolled sections with as rolled edges".

'Таблиця 8.1', п'ятий рядок '[Категорія елемента] 100 (m=5)', третя колонка, замінити в цій комірії "Прокатні і пресовані вироби:" на: "Прокатні або пресовані вироби:"

'Table 8.1', fifth row '[Detail category] 100 (m=5)', third column, change in this cell "Rolled and extruded products" into: "Rolled or extruded products".

пр. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-9:201X
вироби".

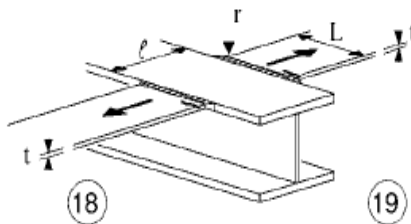
'Таблиця 8.2', третя колонка 'Опис', 2-ий, 3-ій, 4-ий, 5-ий, 11-ий та 12-ий рядки [Категорії елементів] 125, 112, 100 і 140', замінити в комірці описання "Автоматичне" на: "Автоматичне або повністю механізоване".

'Таблиця 8.2', четверта колонка 'Вимоги', 9-ий рядок, видалити з комірці: "Відсутність допустимих дефектів за EN 1090".

'Таблиця 8.3', 2-ий рядок, права колонка, замінити в комірці "повторно зварюють" into: "зварюють".

'Таблиця 8.3 (продовження)', останій рядок, 1-а колонка, замінити текст "Як елемент 1 в Таблиці 8.5" на: "40".

'Таблиця 8.3 (продовження)', останій рядок, 2-а колонка, видалити позначення площини пластини: "t" з наступного рисунку:"



'Таблиця 8.4', 8-ий, 9-ий і 10-ий рядки, 3-я колонка в цих рядках, видалити: "L: довжина приєднання як в елементах 1, 2 або 3" з наступного рисунку:"

'Table 8.2', third column 'Description', 2nd, 3rd, 4th, 5th, 11th and 12th rows [Detail categories] 125, 112, 100 and 140', change in the cells the description "Automatic" into: "Automatic or fully mechanized".

'Table 8.2', fourth column 'Requirements', 9th row, delete from the cell: "Free from defects outside the tolerances of EN 1090".

'Table 8.3', 2nd row, right-hand column, change in the cell "rewelded" into: "welded".

'Table 8.3 (continued)', last row, 1st column, change the text "As detail 1 in Table 8.5" into: "40".

'Table 8.3 (continued)', last row, 2nd column, delete the indication of the plate thickness: "t" from the following figure:"

'Table 8.4', 8th, 9th and 10th rows, 3rd column in these rows, delete: "L: attachment length as in detail 1, 2 or 3" from the following figure:"

90	$\frac{r}{L} \geq \frac{1}{3}$ або (or) $r > 150 \text{ мм (mm)}$	
71	$\frac{1}{6} \leq \frac{r}{L} \leq \frac{1}{3}$	
50	$\frac{r}{L} < \frac{1}{6}$	

'Таблиця 8.4', 8-ий, 9-ий і 10-ий рядки, 2-а колонка в цих рядках (див. трохи вище), замінити в другій колонці "r/L" на: "r/l".

'Таблиця 8.5', 11-ий рядок '36*', 3-я колонка, замінити: "3) Руйнування кореня торцевого шва у таврових зварних з'єднаннях з неповним проваром або в з'єднаннях з кутовими зварними швами з ефективним повним проваром у таврових зварних з'єднаннях." на: "3) Руйнування кореня торцевого шва у таврових

'Table 8.4', 8th, 9th and 10th rows, 2nd column in these rows (see just above), change in the second column "r/L" into: "r/l".

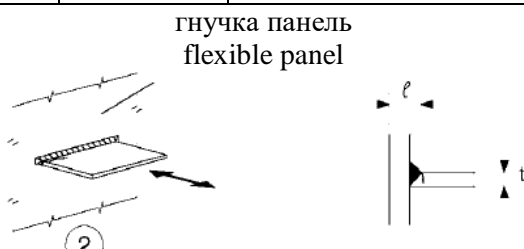
'Table 8.5', 11th row '36*', 3rd column, change: "3) Root failure in partial penetration Tee-butt joints or fillet welded joint and effective full penetration in Tee-butt joint." into: "3) Root failure in partial penetration Tee-butt joints or fillet welded joint and in Tee-butt

зварних з'єднаннях з неповним проваром або в таврових з'єднаннях, відповідно до Рис. 4.6 в EN 1993-1-8:2005."

weld, according to Figure 4.6 in EN 1993-1-8:2005."

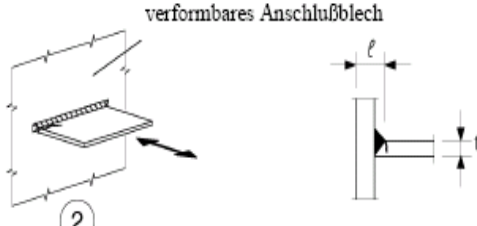
'Таблиця 8.5', 2-а колонка, 2-ий і 3-ій рядки:"

'Table 8.5', 2nd column, 2nd and 3rd rows:"

Категорія елементів Detail category	Елемент конструкції Constructional detail	
80	$l < 50$ mm (mm)	всі t [mm] (mm)
71	$50 < l \leq 80$	всі t
63	$80 < l \leq 100$	всі t
56	$100 < l \leq 120$	всі t
56	$l > 120$	$t \leq 20$
50	$120 < l \leq 200$ $l > 200$	$t > 20$ $20 < t \leq 30$
45	$200 < l \leq 300$ $l > 300$	$t > 30$ $30 < t \leq 50$
40	$l > 300$	$t > 50$
Як елемент 1 в табл. 8.5 As detail 1 in Table 8.5	гнучка панель flexible panel 	

оскільки рисунки в Таблиці 8.5 як вказано вище повинні бути більш чіткі, як це зроблено в німецькій версії, поставити тіж рисунки із німецької версії (див. нижче):"

as the figures in Table 8.5 as shown below should be made more clear as done in the German version, insert the same figures from the German version (see below):"

Kerbfall	Konstruktionsdetail		Beschreibung	Anforderungen
80	$l < 50$	all t	Kreuz- und T-Stöße: 1) Riß am Schweißnahtübergang in voll durchgeschweißten Stumpfnähten und allen nicht durchgeschweißten Nähten. 2) Riß am Schweißnahtübergang, ausgehend von der Kante des Anschlußbleches, mit Spannungskonzentrationen an den Schweißnahtenden infolge Blechverformungen. 3) Es sind 2 Ermüdungsnachweise erforderlich: zum einen der Nachweis gegen Riß der Schweißnahtwurzel mit Spannungen nach Kapitel 5 mit Kerbgruppe 36* für σ_w und Kerbgruppe 80 für τ_w , zum anderen der Nachweis des Nahtüberganges mit Bestimmung von $\Delta\sigma$ in den belasteten Blechen.	1) Nach Prüfung frei von Diskontinuitäten und Exzentrizitäten außerhalb der Toleranzen nach EN 1090. 2) $\Delta\sigma$ ist mit korrigierten Nennspannungsschwingbreiten zu ermitteln.
71	$50 < l \leq 80$	all t		
63	$80 < l \leq 100$	all t		
56	$100 < l \leq 120$	all t		
56	$l > 120$	$t \leq 20$		
50	$120 < l \leq 200$ $l > 200$	$t > 20$ $20 < t \leq 30$		
45	$200 < l \leq 300$ $l > 300$	$t > 30$ $30 < t \leq 50$		
40	$l > 300$	$t > 50$		
wie Kerbfall 1 in Tabelle 8.5	verformbares Anschlußblech 			

Код УКНД: 91.010.30

Ключові слова: втома, втомне навантаження, довговічність, крива опору втомі, локальне напруження, метод накопичення, підсумовування пошкоджень, діапазон напруження циклу.

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

О. Шимановський

Завідувач відділу НДВТР, к.т.н. (науковий
керівник)

А. Гром

Завідувач групи НТД

Я. Лимар

Завідувач групи СНТД

Г. Ленда

Завідувач групи ІК

О. Кордун

Провідний інженер

В. Артюшенко

Провідний інженер

Я. Левченко

Перекладач

К. Павлова