

**ЄВРОКОД 9. ПРОЕКТУВАННЯ АЛЮМІНІЄВИХ КОНСТРУКЦІЙ.
ЧАСТИНА 1-3. КОНСТРУКЦІЇ ЧУТЛИВІ ДО ВИТРИВАЛОСТІ
(EN 1999-1-3:2007, IDT)**

(Проект, остаточна редакція)

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

РОЗРОБНИКИ: **Адріанов В.П.**; **Глінка А.А.**, **Гордєєв В.М.** д.т.н. (науковий керівник);
Кордун О.І., **Лимар Я.В.**, **Шимановський О. В.** д.т.н.

За участю: Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України
Клочков І.М., к.т.н.

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

3 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

ТЕКСТ ЗМІНИ

1 Національний вступ доповнити положеннями наступного змісту:

«Для забезпечення гармонізації нормативної бази України з нормативною базою Європейського Союзу встановлюється період одночасної дії будівельних норм, розроблених на основі національних технологічних традицій, та будівельних норм, гармонізованих з нормативними документами Європейського Союзу (або інших будівельних норм, кодів). Порядок застосування визначається Постановою Кабінету Міністрів України від 23.05.2011 № 547 «Про затвердження Порядку застосування будівельних норм, розроблених на основі національних технологічних традицій, та будівельних норм, гармонізованих з нормативними документами Європейського Союзу».

Період одночасної дії будівельних норм, розроблених на основі національних технологічних традицій, та будівельних норм, гармонізованих з нормативними документами Європейського Союзу, встановлюється з дати набрання чинності ДБН А.1.1-94:2010 «Система стандартизації та нормування у будівництві. Проектування будівельних конструкцій за Єврокодами. Основні положення» до втрати ним чинності або втрати чинності відповідними будівельними нормами, розробленими на основі національних технологічних традицій.

Цей стандарт на території України слід застосовувати разом з параметрами, встановленими на Національному рівні, наведеними у додатку НБ.

Вимоги щодо застосування цього стандарту разом з Національним додатком встановлені у ДБН А.1.1-94:2010 [1].»

2 Зміст доповнити наступними заголовками структурних елементів:

«Додаток НА Перелік міжнародних (МС) і європейських стандартів (ЄС), на які є посилання у ДСТУ-Н Б EN 1999-1-3:2012 та відповідних нормативних документів України (НД)»;

«Додаток НБ Національний додаток до ДСТУ-Н Б EN 1999-1-3:2012»;

«Додаток НВ Бібліографія»;

«Зміна EN 1999-1-3:2007/A1:2011».

3 Після Додатку К текст національного стандарту доповнити Додатком НА:

«ДОДАТОК НА
(довідковий)

**ПЕРЕЛІК МІЖНАРОДНИХ (МС) І ЄВРОПЕЙСЬКИХ СТАНДАРТІВ (ЄС), НА ЯКІ Є ПОСИЛАННЯ
У ДСТУ-Н Б EN 1999-1-3:2012, ТА ВІДПОВІДНИХ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ УКРАЇНИ (НД)**

№ п/п	Познака МС або ЄС наведеного у ДСТУ-Н Б EN 1999-1- 3:2012	Познака НД, який відповідає МС або ЄС	№п/п в тексті ДСТУ-Н Б EN 1999-1- 3:2012, де є нормативні посилання	Інформація про нормативні акти та нормативні документи у відповідній сфері
1.	EN 1990:2008 Eurocode. Basis of structural design	ДСТУ-Н Б EN 1990:2008 Єврокод. Основи проектування конструкцій (EN 1990:2002, IDT)	п. 1.1.1(1), (3) Галузь застосування п. 1.3(1) Допущення п. 1.4(1) Відмінність між принципами і правилами застосування п. 1.5.1(1) Загальні положення п. 1.5.2 (1) Терміни та визначення п. 5.1.1(примітка) Загальні положення	
2.	EN 1991-1-1:2002 Eurocode 1: Actions on structures Part 1-1: Densities, self- weight, imposed loads for buildings	ДСТУ-Н Б EN 1991-1-1:2010 Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 1-1. Загальні дії. Питома вага, власна вага, експлуатаційні навантаження (EN 1991-1-1:2002, IDT)	п. 1.1.1(3) Галузь застосування п. 2.3.1(3), (примітка 1) Фактори, що спричиняють виникнення втомного навантаження п. 5.8.1(1) Загальні положення п. 5.8.2(1) Розрахункове значення діапазону напружень	
3.	EN 1991-1-2:2002 Eurocode 1: Actions on structures Part 1-2: Fire actions	ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-2. Загальні дії. Дії на конструкції під час пожежі (EN 1991-1-2:2002, IDT)	п. 1.1.1(3) Галузь застосування п. 2.3.1(3), (примітка 1) Фактори, що спричиняють виникнення втомного навантаження п. 5.8.1(1) Загальні положення п. 5.8.2(1) Розрахункове значення діапазону напружень	

4.	EN 1991-1-3:2003 Eurocode 1: Actions on structures Part 1-3: General actions: Snow loads	ДСТУ-Н Б EN 1991-1-3:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-3. Загальні дії. Снігові навантаження (EN 1991-1-3:2003, IDT)	п. 1.1.1(3) Галузь застосування	
			п. 2.3.1(3), (примітка 1) Фактори, що спричиняють виникнення втомного навантаження	
			п. 5.8.1(1) Загальні положення	
			п. 5.8.2(1) Розрахункове значення діапазону напружень	
5.	EN 1991-1-4:2005 Eurocode 1: Actions on structures Part 1-4: General actions: Wind actions	ДСТУ-Н Б EN 1991-1-4:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-4. Загальні дії. Вітрові навантаження (EN 1991-1-4:2005, IDT)	п. 1.1.1(3) Галузь застосування	
			п. 2.3.1(3), (примітка 1) Фактори, що спричиняють виникнення втомного навантаження	
			п. 5.8.1(1) Загальні положення	
			п. 5.8.2(1) Розрахункове значення діапазону напружень	
6.	EN 1991-1-5:2003 Eurocode 1: Actions on structures Part 1-5: General actions: Thermal actions	ДСТУ-Н Б EN 1991-1-5:2012 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-5. Загальні дії. Теплові дії (EN 1991-1-5:2003, IDT)	п. 1.1.1(3) Галузь застосування	
			п. 2.3.1(3), (примітка 1) Фактори, що спричиняють виникнення втомного навантаження	
			п. 5.8.1(1) Загальні положення	
			п. 5.8.2(1) Розрахункове значення діапазону напружень	
7.	EN 1991-1-6:2005 Eurocode 1: Actions on structures Part 1-6: Actions during execution	ДСТУ-Н Б EN 1991-1-6:2012 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-6. Загальні дії. Дії під час зведення (EN 1991-1-6:2005, IDT)	п. 1.1.1(3) Галузь застосування	
			п. 2.3.1(3), (примітка 1) Фактори, що спричиняють виникнення втомного навантаження	
			п. 5.8.1(1) Загальні положення	
			п. 5.8.2(1) Розрахункове значення діапазону напружень	
8.	EN 1991-1-7:2006 Eurocode 1: Actions on structures Part 1-7: General actions -	ДСТУ-Н Б EN 1991-1-7:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-7. Загальні дії.	п. 1.1.1(3) Галузь застосування	
			п. 2.3.1(3), (примітка 1) Фактори, що спричиняють виникнення втомного	

	Accidental actions	Особливі динамічні впливи (EN 1991-1-7:2006, IDT)	навантаження	
			п. 5.8.1(1) Загальні положення	
			п. 5.8.2(1) Розрахункове значення діапазону напружень	
9.	EN 1991-2:2003 Eurocode 1: Actions on structures - Part 2: Traffic loads on bridges	ДСТУ-Н Б EN 1991-2:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 2. Рухомі навантаження на мости (EN 1991-2:2003, IDT)	п. 1.1.1(3) Галузь застосування	
			п. 2.3.1(3), (примітка 1) Фактори, що спричиняють виникнення втомного навантаження	
			п. 5.8.1(1) Загальні положення	
			п. 5.8.2(1) Розрахункове значення діапазону напружень	
10.	EN 1991-3:2006 Eurocode 1 - Actions on structures - Part 3: Actions induced by cranes and machinery	ДСТУ-Н Б EN 1991-3:2012 проект Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 3. Дії викликані кранами та обладнанням (EN 1991-3:2006, IDT)	п. 1.1.1(3) Галузь застосування	
			п. 2.3.1(3), (примітка 1) Фактори, що спричиняють виникнення втомного навантаження	
			п. 5.8.1(1) Загальні положення	
			п. 5.8.2(1) Розрахункове значення діапазону напружень	
11.	EN 1993-1-9:2005 Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1-9: General rules: Fatigue	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-9:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-9. Витривалість (EN 1993-1-9:2005, IDT)	п. 3(4) Матеріали, складові частини та з'єднуючі пристрої	
			Таблиця J.15 Деталізовані категорії для болтових з'єднань	
12.	EN 1999-1-1:2007 Design of Aluminium Structures: General structural rules	ДСТУ-Н Б EN 1999-1-1:2010 Єврокод 9. Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила для конструкцій (EN 1999-1-1:2007, IDT)	п. 1.2(1) Нормативні посилання	
			п. 1.3(2) Допущення	
			п. 1.5.2(1) Терміни та визначення	
			п. 2.1.1(2) Основні вимоги	
			п. 3(3) Матеріали, складові частини та з'єднуючі пристрої	
			п. 5.2.3(1) (примітка) Модифіковані номінальні напруження	

			п. 6.2.1(8) Класифіковані конструкційні деталі	
			Таблиця 6.2 Номери деталізованих категорій, до яких $\Delta\sigma_c$ повинні бути зменшені відповідно до умов зовнішнього середовища та сплаву	
			п. А.1.1(2) Вплив втоми на проектування	
			п. А.3.2(6) Коефіцієнт розповсюдження тріщин	
			п. В.6(1) Максимальний розмір тріщини	
			Додаток Е(3) Адгезійні з'єднання	
			Таблиця F.1 Значення m_0	
			п. І.1(1), (2) Ливарні сплави	
			п. І.2.3.1 Болтові з'єднання	
			Таблиця J.15 Деталізовані категорії для болтових з'єднань	
13.	EN 1999-1-2 Design of aluminium structures – Part 1-2: Structural fire design	ДСТУ-Н Б EN 1999-1-2:2010 Єврокод 9. Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-2. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1999-1-2:2007, IDT)	п. 2.1.1(2) Основні вимоги	
14.	EN 1999-1-4 Design of aluminium structures – Part 1-4: Cold-formed structural sheeting	ДСТУ-Н Б EN 1999-1-4:2012 проект Єврокод 9. Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-4. Холодноформовані листи (EN 1999-1-4:2007, IDT)	п. 2.1.1(2) Основні вимоги	
15.	EN 1999-1-5 Design of aluminium structures – Part 1-5: Shell structures	ДСТУ-Н Б EN 1999-1-5:2012 проект Єврокод 9. Проектування алюмінієвих	п. 2.1.1(2) Основні вимоги	

		конструкцій. Частина 1-5. Конструкції оболонок (EN 1999-1-5:2007, IDT)		
16.	EN 1090-1: Execution of steel structures and aluminium structures - Part 1: Requirements for conformity assessment of structural components	ДСТУ Б EN 1090-1-201X Виконання сталевих і алюмінієвих конструкцій Частина 1: Вимоги до оцінки відповідності компонентів конструкцій. (EN 1090-1:2009+A1:2011, IDT)	п. 1.1.1(3) Галузь застосування	
17.	EN ISO 4287:1998 Geometral Product Specifications (GSP) – Surface texture: Profile method – Terms, definitions and surface texture parameters	ДСТУ ISO 4287-2002 Технічні вимоги до геометрії виробів (GPS). Структура поверхні. Профільний метод. Терміни, визначення і параметри структури поверхні	Таблиця J.1 Деталізовані категорії для простих елементів	
18.	EN ISO 4288:1998 Geometrical Product Specification (GPS) – Surface texture – Profile method: Rules and procedures for the assessment of surface texture	ДСТУ ISO 4288-2001 Технічні вимоги до геометрії виробів (GPS). Структура поверхні. Профільний метод. Привила і процедури оцінення споруди	Таблиця J.1 Деталізовані категорії для простих елементів	
19.	EN 1090-3: Execution of steel structures and aluminium structures - Part 3: Technical requirements for aluminium structures	–	п. 1.1.1(3) Галузь застосування	ДБН В.2.6-165:2011 Конструкції будинків і споруд. Алюмінієві конструкції. Основні положення
			п. 1.3(3) Допущення	
			п. А.1.1(3) Вплив втоми на проектування	
			п. J.1(2) Загальні положення	
20.	EN ISO 10042 Arc-welded joints in aluminium and its weldable alloys – Guidance	–	Таблиця J.3 Деталізовані категорії для елементів зі зварними присіднаннями – поперечна кромка зварного шва	ДСТУ 3491-96 (ГОСТ 30242-97) Дефекты соединений при сварке металлов плавлением

	on quality levels for imperfections		Таблиця J.5 Деталізовані категорії для елементів з поздовжніми зварними швами	
			Таблиця J.7 Деталізовані категорії для елементів з поздовжніми зварними швами	
			Таблиця J.9 Деталізовані категорії для кутових зварних з'єднань між елементами	
			Таблиця J.11 Деталізовані категорії для поперечних зварних швів у складених балках	
			Таблиця J.13 Деталізовані категорії для приєднань на складених балках	

»

3 Текст національного стандарту доповнити додатком НБ:

«ДОДАТОК НБ
(обов'язковий)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ДОДАТОК ДО ДСТУ-Н EN 1999-1-3:2012

НБ.1 ПАРАМЕТРИ, ЩО ЗАЛИШИЛИСЯ ВІДКРИТИМИ В ДСТУ-Н EN 1999-1-3:2012 ДЛЯ НАЦІОНАЛЬНОГО ВИБОРУ

Національний вибір дозволяється в ДСТУ-Н EN 1999-1-3:2012 через наступні положення, які наведені в таблиці НБ.1.

Таблиця НБ.1

№ п/п	Пункт	Короткий опис параметру, який дозволено визначати на національному рівні
1	2.1.1(1)	Правила застосування методу проектування з урахуванням допустимих руйнувань
2	2.2.1(4)	Максимальна величина D_{lim}
3	2.3.1(2)	Правила визначення втомного навантаження для випадків, що не передбачені Європейським стандартом
4	2.3.2(6)	Величини k_F та k_N
5	2.4 (1)	Частковий коефіцієнт γ_R
6	3(1)	Характеристики втомної міцності сплавів та ступенів твердості
7	4(2)	Термін експлуатації, оснований на місцевих умовах навколишнього середовища
8	5.8.1(1)	Використання діапазонів номінальних напружень або діапазонів модифікованих номінальних напружень
9	5.8.2(1)	Розрахункові значення діапазону напруження
10	6.1.3(1)	Інші деталізовані категорії та конструкційні деталі, а також критерії щільності елементів
11	6.2.1(2)	Значення часткового коефіцієнта γ_{Ff} для конструкційних деталей
12	6.2.1(7)	Додаткові положення до розрахунку на втому для зносостійкості в діапазоні до 10^5 циклів
13	6.2.1(11)	Тип деталі та діапазон товщини, для якого дозволене підвищення, а також число категорій
16	E (5)	Частковий коефіцієнт γ_{Mf} для певних типів конструкційних деталей
17	E (7)	Температурні обмеження основані на доступних результатах випробувань
18	I.2.2(1)	Значення втомної міцності для зварних з'єднань ливарних сплавів
19	I.2.3.2(1)	Значення втомної міцності для шарнірних з'єднань ливарних сплавів
20	I.2.4(1)	Значення втомної міцності для адгезійних з'єднань в ливарних сплавах

НБ.2 ПАРАМЕТРИ, ВИЗНАЧЕНІ НА НАЦІОНАЛЬНОМУ РІВНІ

НБ 2.1 Правила застосування методу проектування з урахуванням допустимих руйнувань
До пункту 2.1.1 (1)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.2 Максимальна величина D_{im}
До пункту 2.2.1 (3)

Слід керуватися рекомендаціями ДСТУ-Н Б EN 1999-1-3:2012.

НБ 2.3 Правила визначення втомного навантаження для випадків, що не передбачені Європейським стандартом
До пункту 2.3.1 (2)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.4 Величини k_F та k_N
До пункту 2.3.2 (б)

Слід керуватися рекомендаціями ДСТУ-Н Б EN 1999-1-3:2012.

НБ 2.5 Частковий коефіцієнт γ_R
До пункту 2.4 (1)

Слід керуватися рекомендаціями ДСТУ-Н Б EN 1999-1-3:2012.

НБ 2.6 Характеристики втомної міцності сплавів та ступенів твердості
До пункту 3 (1)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.7 Термін експлуатації, оснований на місцевих умовах навколишнього середовища
До пункту 4 (2)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.8 Використання діапазонів номінальних напружень або діапазонів модифікованих номінальних напружень
До пункту 5.8.1 (1)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.9 Розрахункові значення діапазону напруження
До пункту 5.8.2 (1)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.10 Інші деталізовані категорії та конструкційні деталі, а також критерії щільності елементів
До пункту 6.1.3 (1)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.11 Значення часткового коефіцієнта γ_{Ff} для конструкційних деталей
До пункту 6.2.1(2)

Слід керуватися рекомендаціями ДСТУ-Н Б EN 1999-1-3:2012.

НБ 2.12 Додаткові положення до розрахунку на втому для зносостійкості в діапазоні до 10^5 циклів
До пункту 6.2.1 (7)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.13 Тип деталі та діапазон товщини, для якого дозволене підвищення, а також число категорій
До пункту 6.2.1 (11)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.14 Частковий коефіцієнт γ_{Mf} для певних типів конструкційних деталей
До пункту E (5)

Слід керуватися рекомендаціями ДСТУ-Н Б EN 1999-1-3:2012.

НБ 2.15 Температурні обмеження основані на доступних результатах випробувань
До пункту E (7)

Слід керуватися рекомендаціями ДСТУ-Н Б EN 1999-1-3:2012.

НБ 2.16 Значення втомної міцності для зварних з'єднань ливарних сплавів
До пункту I.2.2 (1)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.17 Значення втомної міцності для шарнірних з'єднань ливарних сплавів
До пункту I.2.3.2 (1)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.18 Значення втомної міцності для адгезійних з'єднань в ливарних сплавах
До пункту I.2.4 (1)

Додаткова інформація не надається.

НБ.3 РІШЕННЯ ПРО СТАТУС ДОВІДКОВИХ ДОДАТКІВ ДСТУ-Н EN 1999-1-3:2012

Рішення щодо застосування довідкових додатків, що містяться в ДСТУ-Н Б EN 1999-1-3:2012 наведено в таблиці НБ.2.

Таблиця НБ.2 – Статус довідкових додатків

№ п/п	Назва довідкового додатку	Рішення щодо використання довідкового додатку
1	Додаток А(обов'язковий) – Основи розрахунку втомної міцності	На території України використовується без змін
2	Додаток В(довідковий) – Вказівки щодо оцінки розростання тріщини за допомогою механіки руйнування	На території України використовується без змін
3	Додаток С(довідковий) – Випробування для розрахунку на втому	На території України використовується без змін
4	Додаток D(довідковий) – Розрахунок напруження	На території України використовується без змін
5	Додаток Е(довідковий) – Адгезійні з'єднання	На території України використовується без змін
6	Додаток F(довідковий) – Діапазон малоциклової втоми	На території України використовується без змін
7	Додаток G(довідковий) – Вплив коефіцієнту напруження R	На території України використовується без змін
8	Додаток H(довідковий) – Збільшення міцності зварних з'єднань	На території України використовується без змін
9	Додаток I(довідковий) – Ливарні сплави	На території України використовується без змін
10	Додаток J(довідковий) – Таблиці деталізованих категорій	На території України використовується без змін
11	Додаток К (довідковий) – Метод стандартної деталі з максимальним місцевим напруженням	На території України використовується без змін

»

5 Текст національного стандарту доповнити додатком НВ:

«ДОДАТОК НВ
(довідковий)

БІБЛІОГРАФІЯ

[1]. ДБН А.1.1-94:2010 Система стандартизації та нормування у будівництві. Проектування будівельних конструкцій за Єврокодами. Основні положення.»

6 Текст національного стандарту доповнити європейською зміною
EN 1999-1-3:2007/A1:2011:

«

EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

EN 1999-1-3:2007/A1

August 2011

ICS 91.010.30; 91.080.10

English version

**Eurocode 9: Design of aluminium structures - Part 1-3:
Structures susceptible to fatigue**

Eurocode 9: Calcul des structures en
aluminium - Partie 1-3: Structures sensibles à
la fatigue

Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von
Aluminiumtragwerken - Teil 1-3:
Ermüdungsbeanspruchte Tragwerke

This amendment A1 modifies the European Standard EN 1999-1-3:2007; it was approved by CEN on 26 May 2011.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for inclusion of this amendment into the relevant national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CEN member.

This amendment exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, 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.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

ЄВРОПЕЙСЬКИЙ СТАНДАРТ

EN 1999-1-3:2007/A1

Серпень 2011

ICS 91.010.30; 91.080.10

(Український переклад англomовної версії)

ЄВРОКОД 9: ПРОЕКТУВАННЯ АЛЮМІНІЄВИХ КОНСТРУКЦІЙ
Частина 1-3: Конструкції чутливі до витривалості

Дана технічна поправка A1 вносить коригування до Європейського Стандарту EN 1999-1-3:2007; вона була ухвалена CEN 26-го травня 2011 року.

Члени CEN зобов'язані дотримуватися відповідності з Внутрішніми постановами CEN/CENELEC, які передбачають умови для включення цієї поправки до відповідного Національного Стандарту без будь-яких змін. Найновіші списки та бібліографічні посилання, що стосуються таких Національних Стандартів, можуть бути отримані за запитом до Центру Управління CEN/CENELEC або до будь-якого члену CEN.

Дана поправка існує у трьох офіційних версіях (англomовна, франкомовна, німецькомовна). Версія на будь-якій іншій мові, виконана за допомогою перекладу під відповідальністю члену CEN на його мову та дані про яку надіслані до Центру Управління CEN/CENELEC має такий же статус, як і офіційні версії.

Члени CEN – це органи національної Австрії, Бельгії, Болгарії, Хорватії, Кіпру, Чеської Республіки, Данії, Естонії, Фінляндії, Франції, Німеччини, Греції, Угорщини, Ісландії, Ірландії, Італії, Латвії, Литви, Люксембургу, Мальти, Нідерландів, Норвегії, Польщі, Португалії, Румунії, Словаччини, Словенії, Іспанії, Швеції, Швейцарії та Великобританії.

ЄВРОПЕЙСЬКИЙ КОМІТЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦІЇ

Адміністративний центр: Авеню Марникс 17, В-1000 Брюссель

Вступ

Цей документ (EN 1999-1-3:2007/A1:2011) був підготовлений Технічним Комітетом CEN/TC 250 “Будівельні Єврокоди”, секретаріат якого підтримується BSI.

Даній поправці до Європейського стандарту EN 1999-1-3:2007 буде надано статус національного стандарту з публікацією ідентичного тексту або схваленням не пізніше серпня 2012 і при скасуванні конфлікуючих національних стандартів не пізніше серпня 2012 року.

Необхідно приймати до уваги можливість того, що деякі частини даного документу можуть бути суб'єктом патентних прав. CEN [та/або CENELEC] не несуть відповідальності за визначення будь-яких таких патентних прав.

У відповідності з внутрішніми постановами CEN/CENELEC національні органи зі стандартизації таких країн зобов'язані здійснити імплементацію цього Європейського стандарту: Австрії, Бельгії, Болгарії, Хорватії, Кіпру, Чеської Республіки, Данії, Естонії, Фінляндії, Франції, Німеччини, Греції, Угорщини, Ісландії, Ірландії, Італії, Латвії, Литви, Люксембургу, Мальти, Нідерландів, Норвегії, Польщі, Португалії, Румунії, Словаччини, Словенії, Іспанії, Швеції, Швейцарії та Великобританії.

Foreword

This document (EN 1999-1-3:2007/A1:2011) has been prepared by Technical Committee CEN/TC 250 “Structural Eurocodes”, the secretariat of which is held by BSI.

This Amendment to the European Standard EN 1999-1-3:2007 shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by August 2012, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by August 2012.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. CEN [and/or CENELEC] shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

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

Зміни до EN 1999-1-3:2007/A1:2011

1) Зміни до Вступу

В кінці Вступу у списку пунктів, що дозволяють Національний вибір, замінити «2.1(1)» на «2.1.1(1)», «2.2.1(3)» на «2.2.1(4)» та «2.3.1(3)» на «2.3.1(2)» та видалити «6.2.4(1)» та «А.3.1(1)».

2) Зміни до 1.5.2.34

Замінити пункт 1.5.2.34 на наступний:

«1.5.2.34 безпечний термін служби

термін часу, впродовж якого конструкція повинна безпечно функціонувати з допустимою можливістю того, що відмова конструкції в результаті виникнення втомних тріщин не відбудеться при використанні методу проектування, який забезпечує безпечний термін служби».

3) Зміни до 1.6

У визначенні символу «m» видалити «постійний».

Замінити

« N_i зносостійкість при діапазоні напружень $\Delta\sigma_i$ » на « N_i очікувана кількість циклів до відмови діапазону напружень $\Delta\sigma_i$ »

А також замінити

« T_i – періодичність перевірок» на « T_i – періодичність перевірок

T_F – рекомендований час після закінчення монтажу для початку перевірки на втому, яка включає перевірку зон, в яких існує висока вірогідність тріщин

T_G – рекомендований час після закінчення монтажу для початку загальної перевірки, яка включає перевірку того, що конструкція відповідає тому стану, в якому вона

Modifications due to EN 1999-1-3:2007/A1:2011

1) Modification to Foreword

At the end of the Foreword, in the list of clauses where national choice is allowed, replace «2.1(1)» with «2.1.1(1)», «2.2.1(3)» with «2.2.1(4)» and «2.3.1(3)» with «2.3.1(2)» and delete «6.2.4(1)» and «A.3.1(1)».

2) Modification to 1.5.2.34

Replace 1.5.2.34 with the following:

«1.5.2.34 safe life

period of time for which a structure is estimated to perform safely with an acceptable probability that failure by fatigue cracking will not occur, when using the safe life design method».

3 Modification to 1.6

For the definition of symbol m, delete «constant».

Replace

« N_i is the endurance under stress range $\Delta\sigma_i$ » with “ N_i predicted number of cycles to failure of a stress range $\Delta\sigma_i$ »

and replace

« T_i inspection interval» with “ T_i inspection interval

T_F recommended time after completed erection for the start of fatigue inspection, where the fatigue inspection comprises the inspection of areas with high probability for cracks

T_G recommended time after completed erection for start of general inspection, where the general inspection comprises checking that the structure is as it was when it was completed and approved, i.e. that no

Сторінка 17

була при закінченні та ухваленні, тобто перевірку того, що немає руйнувань, наприклад, руйнувань, спричинених додаванням отворів, що спричиняють руйнування, або зварних швів для додаткових елементів, руйнування у зв'язку з вандалізмом або нещасним випадком, неочікуваної корозії і тому подібного».

та замінити

« γ_{Ff} – частковий коефіцієнт інтенсивності втомного навантаження;

γ_{Mf} – частковий коефіцієнт втомної міцності;

$\Delta\sigma$ – номінальний діапазон напружень (нормальне напруження);

$\Delta\tau$ – ефективний діапазон дотичних напружень;

$\Delta\sigma_C$ – стандартна втомна міцність при 2×10^6 циклах (нормальне напруження);

$\Delta\sigma_D$ – границя втоми постійної амплітуди;

$\Delta\sigma_E$ – еквівалентний діапазон напружень постійної амплітуди, що відноситься до N_{max} ;

$\Delta\sigma_{E,2}$ – еквівалентний діапазон напружень постійної амплітуди, що відноситься до 2×10^6 cycles;

$\Delta\sigma_L$ – гранична межа;

$\Delta\sigma_R$ – втомна міцність (нормальне напруження);

$\sigma_{max,min}$ – максимальне та мінімальне значення коливання напруження в циклі напружень;

σ_m – середнє напруження».

на

« λ_1 – еквівалентний коефіцієнт руйнувань, який залежить від типу навантаження та конструкційних характеристик, а також від інших факторів

γ_{Ff} – частковий коефіцієнт для інтенсивності втомного навантаження

γ_{Mf} – частковий коефіцієнт для втомної міцності

$\Delta\sigma$ – номінальний діапазон напружень (нормальне напруження)

deterioration has taken place, such as deterioration caused by adding detrimental holes or welds for additional elements, damage due to vandalism or accidents, unexpected corrosion etc. »

and replace

« γ_{Ff} is the partial factor for fatigue load intensity;

γ_{Mf} is the partial factor for fatigue strength;

$\Delta\sigma$ is the nominal stress range (normal stress);

$\Delta\tau$ is the effective shear stress range;

$\Delta\sigma_C$ is the reference fatigue strength at 2×10^6 cycles (normal stress);

$\Delta\sigma_D$ is the constant amplitude fatigue limit;

$\Delta\sigma_E$ is the equivalent constant amplitude stress range related to N_{max} ;

$\Delta\sigma_{E,2}$ is the equivalent constant amplitude stress range related to 2×10^6 cycles;

$\Delta\sigma_L$ is the cut-off limit;

$\Delta\sigma_R$ is the fatigue strength (normal stress);

$\sigma_{max,min}$ is the maximum and minimum values of the fluctuating stresses in a stress cycle;

σ_m is the mean stress.»

with

« λ_1 damage equivalent factor depending on the load situation and the structural characteristics as well as other factors

γ_{Ff} partial factor for fatigue load intensity

γ_{Mf} partial factor for fatigue strength

$\Delta\sigma$ nominal stress range (normal stress)

Примітка. $\Delta\sigma$ відноситься як до ефектів впливу, так і до втомної міцності в залежності від контексту.

$\Delta\tau$ – ефективний діапазон дотичних напружень

$\Delta\sigma_i$ – постійний діапазон напружень для головних напружень в конструкційній деталі для n_i циклів

$\Delta\sigma_C$ – стандартна втомна міцність при 2×10^6 циклах (нормальне напруження)

$\Delta\sigma_D$ – постійна межа амплітуди втоми

$\Delta\sigma_E$ – номінальний діапазон напружень від впливу втоми

$\Delta\sigma_{E,Ne}$ – еквівалентний діапазон напружень постійної амплітуди, що відноситься до N_{max}

$\Delta\sigma_{E,2e}$ – еквівалентний діапазон напружень постійної амплітуди, що відноситься до 2×10^6 циклів

$\Delta\sigma_L$ – гранична межа

$\Delta\sigma_R$ – втомна міцність (нормальне напруження)

ΔT_F – рекомендований максимальний період часу для загальної перевірки

ΔT_G – рекомендований максимальний період часу для перевірки на втому

$\sigma_{max}, \sigma_{min}$ – максимальне та мінімальне значення колювання напруження в циклі напружень»

σ_m – середнє напруження».

та додати:

« $D_{L,d}$ – розрахункова величина втомного пошкодження, що вирахована за весь період часу функціонування».

4) Зміни до 2

Замінити пункт 2 наступним пунктом: «**2 ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ**

2.1 Загальні положення

2.1.1 Основні вимоги

(1)Р Ціль проектування конструкції з

NOTE $\Delta\sigma$ refers either to action effects or to fatigue strength depending on context.

$\Delta\tau$, effective shear stress range

$\Delta\sigma_i$ constant stress range for the principal stresses in the construction detail for n_i cycles

$\Delta\sigma_C$ the reference fatigue strength at 2×10^6 cycles (normal stress)

$\Delta\sigma_D$ constant amplitude fatigue limit

$\Delta\sigma_E$ nominal stress range from fatigue actions

$\Delta\sigma_{E,Ne}$ equivalent constant amplitude stress range related to N_{max}

$\Delta\sigma_{E,2e}$ equivalent constant amplitude stress range related to 2×10^6 cycles

$\Delta\sigma_L$ cut-off limit

$\Delta\sigma_R$ fatigue strength (normal stress)

ΔT_F recommended maximum time interval for general inspection

ΔT_G recommended maximum time interval for fatigue inspection

$\sigma_{max}, \sigma_{min}$ maximum and minimum values of the fluctuating stresses in a stress cycle

σ_m mean stress».

and add

« $D_{L,d}$ design fatigue damage value calculated for the full design life».

4 Modification to Clause 2

Replace Clause 2 with the following: «**2 BASIS OF DESIGN**

2.1 General

2.1.1 Basic requirements

(1) P The aim of designing a structure against

урахуванням граничного стану втоми полягає в тому, щоб переконатися в припустимому рівні вірогідності того, що функціонування конструкції буде належним впродовж усього розрахункового терміну її служби. Наприклад, необхідна впевненість у тому, що не відбудеться руйнування конструкції через втоми, а також у тому, що не виникне неочікувана необхідність в ремонті через виникнення пошкоджень, спричинених втомою, на протязі розрахункового терміну служби. Проектування алюмінієвих конструкцій з урахуванням граничного стану втоми може базуватися на одному з наступних методів:

- a) метод проектування, що забезпечує безпечний термін служби (див. 2.2.1);
 - b) проектування з урахуванням допустимих руйнувань (див. 2.2.2).
- Будь-який з методів a) та b) може бути доповнений або замінений проектуванням в комплексі з випробуваннями (див. 2.2.3).

Примітка. Національний додаток може визначати умови щодо застосування вищезазначених методів проектування.

(2) Метод розрахунку, що залежить від втоми, повинен обиратися з урахуванням типу використання конструкції, приймаючи до уваги клас наслідків елементів конструкції. Зокрема, необхідно розглядати можливість перевірки елементів та деталей в тих місцях, де можливе виникнення тріщин.

(3) Оцінювання втоми елементів конструкції повинне розглядатися у випадках, коли навантаження часто змінюються, зокрема при зміні напрямку. Це може статися у випадках наявності наступних елементів:

- елементи, що підтримують підйомні пристрої;
- елементи, що зазнають повторюваних циклів напруження від віброуючого обладнання;
- елементи, що зазнають вітрових

the limit state of fatigue is to ensure, with an acceptable level of probability, that its performance is satisfactory during its entire design life, such that the structure shall not fail by fatigue nor shall it be likely to require undue repair of damage caused by fatigue during the design life. The design of aluminium structures against the limit state of fatigue may be based on one of following methods:

- a) safe life design (SLD) (see 2.2.1);
- b) damage tolerant design (DTD) (see 2.2.2).

Either of methods a) and b) may be supplemented or replaced by design assisted by testing (see 2.2.3).

NOTE The national annex may specify conditions for the application for the above methods of design.

(2) The method for design against fatigue should be selected taking the use of the structure into account, considering the consequence class fixed for the components of the structure. In particular the accessibility for inspection of components and details where fatigue cracks are likely to occur should be considered.

(3) Fatigue assessment of components and structures should be considered in cases where the loads are frequently changing, particularly if reversing. Common situations where this may occur are e.g.:

- members supporting lifting appliances or rolling loads;
- members subjected to repeated stress cycles from vibrating machinery;
- members subjected to wind-induced

коливань;

- елементи, що зазнають коливань, спричинених ходьбою людей;
- рухомі конструкції (конструкції, що зазнають сили інерції);
- елементи, що зазнають впливу коливань від потоку рідини або хвиль.

Примітка. Правила щодо втомного опору, надані у цьому стандарті, відносяться в основному до втоми великого циклу. Для втоми малого циклу вказівки наведені в Додатку F.

(4) Правила проектування з інших частин EN 1999 також застосовуються.

2.2 Методики розрахунку на втому

2.2.1 Метод проектування, що забезпечує безпечний термін служби (МІБТС)

(1) Даний метод базується на розрахунку виникнення пошкоджень, які виникли впродовж розрахункового терміну служби, або на порівнянні максимального діапазону напружень з постійною межею амплітуди з використанням стандартних даних нижньої межі зносостійкості та верхньої межі втомного навантаження, базуючись на розрахункових значеннях. Цей підхід забезпечує консервативну оцінку втомної міцності і зазвичай не залежить від технічного контролю пошкоджень в процесі експлуатації.

Примітка. Можливості, які враховують технічний контроль в процесі експлуатації, надані у L1 для використання при умові прийняття даних щодо опору з Додатку J.

(2) Розрахунок втоми включає прогнозування історій напружень на потенційних місцях виникнення тріщин, за яким слідує підрахунок циклів навантажень з відповідними діапазонами напружень та складання спектру напружень. З цієї інформації складається оцінювання безпечного терміну служби при використанні відповідних даних по зносостійкості та діапазону напружень для відповідної

oscillations;

- .members subject to crowd-induced oscillations;
- .moving structures (structures subject to inertia forces);
- .members subjected to fluid flow induced oscillations or wave action.

NOTE The rules for fatigue resistance given in this standard apply generally to high cycle fatigue. For low cycle fatigue, guidelines are given in Annex F.

(4) The design rules in the other parts of EN 1999 apply.

2.2 Procedures for fatigue design

2.2.1 Safe life design (SLD)

(1) The safe life design method is based on the calculation of damage accumulation during the structure's design life or comparing the maximum stress range with the constant amplitude limit, using standard lower bound endurance data and an upper bound estimate of the fatigue loading, all based on design values. The approach provides a conservative estimate of the fatigue strength and does not normally depend on in-service inspection for fatigue damage.

NOTE Options considering in-service inspection are given in L1 for use when Annex J resistance data is adopted.

(2) The fatigue design involves prediction of the stress histories at potential crack initiation sites, followed by counting of load cycles with the associated stress ranges and compilation of stress spectra. From this information an estimate of the design life is made using the appropriate stress range endurance data for the construction detail concerned. This method is given in A.2.

конструкційної деталі. Цей метод надано в А.2.

(3) Метод проектування, що забезпечує безпечний термін служби, може базуватися на одній з двох методик для забезпечення успішного опору елементів конструкції. Методики, відповідно, базуються на:

- a) розрахунку накопичення лінійних ушкоджень, див (4);
- b) використанні підходу еквівалентного діапазону стресу, див (5).

Примітка. Третя методика для випадку, коли усі розрахункові діапазони напружень менші, ніж постійна розрахункова межа амплітуди втоми, надана у L.1(4).

(4) Для проектування, що забезпечує безпечний термін служби, що базується на розрахунку накопичення лінійних ушкоджень (накопичення Палмгрена-Майнера), величина ушкодження D_L для всіх циклів повинна задовольняти умові:

$$D_{L,d} \leq 1 \quad (2.1 \text{ a})$$

де

$D_{L,d} = \sum n_i / N_i$ визначається у відповідності з методикою, наданою у А.2. або

$$D_L \leq D_{lim} \quad (2.1 \text{ b})$$

де

$D_L = \sum n_i / N_i$ визначається у відповідності з методикою, наданою у А.2 при $\gamma_{Mf} = \gamma_{Ff} = 1,0$.

Примітка. Національний додаток може визначати значення D_{lim} , див. L.4. рекомендовані значення D_{lim} надані у L.4 при умові прийняття даних щодо опору з Додатку J.

(5) У випадку, коли проектування базується на використанні підходу еквівалентного діапазону стресу ($\Delta\sigma_{E,2e}$), повинна виконуватися наступна умова:

(3) The safe life design method may be based on one of two procedures to ensure sufficient resistance of the component or structure. The procedures are respectively based on that

- a) the linear damage accumulation calculation is used, see (4);
- b) the equivalent stress range approach is used, see (5)

NOTE A third procedure, for the case where all design stress ranges are less than the design constant amplitude fatigue limit, is given in L.1(4).

(4) For safe life design based on the assumption of linear damage accumulation (Palmgren-Miner's summation) the damage value D_L for all cycles should fulfill the condition:

where

$D_{L,d} = \sum n_i / N_i$ is calculated in accordance with the procedure given in A.2. or

where:

$D_L = \sum n_i / N_i$ is calculated in accordance with the procedure given in A.2 with $\gamma_{Mf} = \gamma_{Ff} = 1,0$.

NOTE The national annex may specify values for D_{lim} , see L.4. Recommended values of D_{lim} are given in L.4 for use when resistance data in Annex J is adopted.

(5) In case the design is based on the equivalent stress range approach ($\Delta\sigma_{E,2e}$) the following condition should be fulfilled:

$$\frac{\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2e}}{\Delta \sigma_C / \gamma_{Mf}} \leq 1 \quad (2.2)$$

Примітка. Рекомендовані значення γ_{Mf} надані у Л.4. Щодо γ_{Ff} , див. 2.4.

NOTE Recommended values for γ_{Mf} are given in L.4. For γ_{Ff} , see 2.4.

2.2.2 Метод проектування з урахуванням допустимих руйнувань (МПУДР)

(1)Р Метод проектування з урахуванням допустимих руйнувань вимагає передбачення та дотримання перевірки та програми експлуатації для виявлення та усунення будь-яких втомних пошкоджень на протязі терміну служби конструкції. Метод повинен забезпечувати достатню вірогідність того, що конструкція буде успішно застосовуватися у роботі на протязі свого терміну служби. Передумови використання цього методу та визначення стратегії перевірки надано у А.3.

Примітка 1. Метод проектування з урахуванням допустимих руйнувань можна застосовувати у тому випадку, якщо оцінка безпечного терміну служби показує, що втома має значний вплив на економічний розрахунок та якщо високий ризик виникнення втомних тріщин впродовж розрахункового терміну служби є виправданим і дозволеним принципами методу проектування, який забезпечує безпечний термін служби. Даний метод має за мету отримання такого ж рівня надійності, як при використанні методу проектування, який забезпечує безпечний термін служби.

Примітка 2. Метод проектування з урахуванням допустимих руйнувань може застосовуватися за допомогою двох підходів - МПУДР-I та МПУДР-II, див. Додаток L.

(2) Наступні вказівки повинні прийматися до уваги при розробці конструктивних схем та деталіровці креслень:

- необхідно обирати деталі, матеріали та рівні напруження таким чином, щоб у випадку формування тріщин рівень розповсюдження тріщини був незначним, а критична довжина тріщини була великою;
- при можливості обирати концепцію конструкції, при якій у випадку

2.2.2 Damage tolerant design (DTD)

(1)P A damage tolerant design requires that a prescribed inspection and maintenance programme for detecting and correcting any fatigue damage is prepared and followed throughout the design life of the structure. It should provide an acceptable reliability that a structure will perform satisfactorily for its design life. Prerequisites for use of this method and determination of an inspection strategy are given in A.3.

NOTE 1 Damage tolerant design may be suitable for application where a safe life assessment shows that fatigue has a significant effect on design economy and where a higher risk of fatigue cracking during the design life may be justified than is permitted using safe life design principles. The approach is intended to result in the same reliability level as obtained by using the approach of safe life design.

NOTE 2 Damage tolerant design may be applied in two different types of approach, DTD-I and DTD-II, see Annex L.

(2) The following guidelines should be considered for the structural layout and detailing:

- select details, material 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;
- choose wherever possible a structural concept where in the event of fatigue damage

втомного пошкодження може виникнути перерозподіл впливу навантаження у межах конструкції або поперечного перерізу елемента (принцип резервування);

- забезпечити наявність деталей, що зупиняють тріщину;
- переконатися, що критичні елементи та деталі легко піддаються перевірці під час регулярної перевірки;
- переконатися, що тріщини можуть контролюватися за допомогою моніторингу, або, при необхідності, що елементи легко відремонтувати або замінити.

2.2.3 Проектування за допомогою випробувань

(1) Даний метод повинен використовуватися у випадку, якщо необхідні дані про навантаження, чутливість, втомну міцність або розростання тріщини не доступні зі стандартів або інших джерел специфічного застосування, а також для оптимізації конструкційних деталей. Дані випробувань повинні використовуватися замість стандартних даних лише при умові, що вони отримуються і застосовуються в контрольованих умовах.

Примітка. Перевірка проекту за допомогою випробувань повинна проводитись відповідно до вказівок Додатку С.

2.3 Втомне навантаження

2.3.1 Фактори, що спричиняють виникнення втомного навантаження

(1)P Усі фактори, що спричиняють виникнення коливань напруження в конструкції, повинні бути визначені. Типові випадки втомного навантаження надані у 2.1.1.

Примітка. Інформацію щодо обмеження втоми, що спричинена місцевою повторюваною втратою стійкості див. у D.3.

a redistribution of load effects within the structure or within the cross section of a member can occur (principle of redundancy);

- provide crack-arresting details;
- assure that critical components and details are readily inspectable during regular inspection;
- ensure that cracks can be kept under control by monitoring or, if needed, that components are readily repairable or replaceable.

2.2.3 Design assisted by testing

(1) This approach should be used where the necessary loading data, response data, fatigue strength data or crack growth data are not available from standards or other sources for a particular application, and for optimisation of construction details. Test data should only be used in lieu of standard data on condition that they are obtained and applied under controlled conditions.

NOTE Verification of design by testing should be carried out in accordance with Annex C.

2.3 Fatigue loading

2.3.1 Sources of fatigue loading

(1) P All sources of fluctuating stress in the structure should be identified. Common fatigue loading situations are given in 2.1.1.

NOTE For limitation of fatigue induced by repeated local buckling, see D.3.

(2) Величина втомного навантаження повинна прийматися відповідно до EN 1991 або відповідно до іншого Європейського стандарту, що містить вказівки на цю тему.

Примітка. Національний додаток може надавати правила визначення втомного навантаження для випадків, що не передбачені Європейським стандартом.

(3) Динамічні ефекти повинні враховуватися, якщо вони вже не враховані у впливах втомного навантаження.

2.3.2 Отримання значень втомного навантаження

(1) Окрім стандартів втомного навантаження, повинні бути розглянуті наступні пункти.

(2) Навантаження втоми зазвичай повинні бути вказані в показниках спектру розрахункового навантаження, який визначає діапазон інтенсивності конкретного рухомого навантаження та кількість разів прикладення кожного рівню інтенсивності впродовж розрахункового терміну служби конструкції. Якщо можуть виникнути два або більше рухомих навантаження, необхідно визначити фази між ними.

(3) Реалістична оцінка втомного навантаження має вирішальне значення для розрахунку терміну служби конструкції. У випадку, коли немає паспортних даних щодо наявності рухомого навантаження, необхідно використовувати інформацію щодо втомного навантаження існуючих конструкцій, які зазнають подібних впливів.

(4) В процесі виконання записів тривалих деформацій або відхилень впродовж відповідного періоду вибірки, дані щодо втомного навантаження повинні бути виведені за допомогою подальшого аналізу реакції конструкції.

(2) The fatigue loading should be obtained from EN 1991 or other relevant European Standard.

NOTE The national annex may give rules for the determination of the fatigue loads for cases not covered by a European Standard.

(3) Dynamic effects should be taken into account unless already allowed for in the fatigue load effects.

2.3.2 Derivation of fatigue loading

(1) In addition to the fatigue loading standards the following clauses should be considered:

(2) Loading for fatigue should normally be described in terms of a design load spectrum, which defines a range of intensities of a specific live load event and the number of times that each intensity level is applied during the structure's design life. If two or more independent live load events are likely to occur then it will be necessary to specify the phasing between them.

(3) Realistic assessment of the fatigue loading is crucial to the calculation of the life of the structure.

Where no published data for live load exists, fatigue loading data from existing structures subjected to similar load effects should be used.

(4) By recording continuous strain or deflection measurements over a suitable sampling period, fatigue loading data should be inferred from subsequent analysis of the structural responses. Particular care should be taken to assess dynamic magnification

Слід приділити особливу увагу для оцінки динамічного збільшення впливів, при якому частоти навантаження наближаються до нормальних частот конструкції.

Примітка. Подальші вказівки надано у Додатку С.

(5) Спектр розрахункових навантажень повинен обиратися на основі верхньої межі оцінки сумарних умов функціонування впродовж усього терміну служби конструкції. Необхідно приймати до уваги усі можливі впливи робочих та зовнішніх умов, виходячи з можливого використання конструкції впродовж даного періоду.

(6) Межа достовірності, яка використовується для спектру інтенсивності навантаження, повинна бути основана на середній вірогідній величині плюс k_F стандартних відхилень. Межа достовірності, яка використовується для кількості циклів в спектрі розрахункового навантаження, повинна бути основана на середній вірогідній величині плюс k_N стандартних відхилень.

Примітка. Величини k_F та k_N можуть бути визначені в Національному додатку. Рекомендуються числові значення $k_F = 2$, та $k_N = 2$. Див. також Примітку 2 у підрозділі 2.4 (1).

2.3.3 Еквівалентні втомні навантаження

(1) Спрощене еквівалентне втомне навантаження може бути використано, якщо задовольняються наступні умови:

- a) конструкція знаходиться в межах основних конструкційних форм та розмірів, для яких існує визначене еквівалентне втомне навантаження;
- b) реальне втомне навантаження з ідентичною інтенсивністю та частотою прикладається аналогічним способом, що прийнятий для отримання значень еквівалентного втомного навантаження;

effects where load frequencies are close to one of the natural frequencies of the structure.

NOTE Further guidance is given in Annex C.

(5) The design load spectrum should be selected on the basis that it is an upper bound estimate of the accumulated service conditions over the full design life of the structure. Account should be taken of all likely operational and exposure condition effects arising from the foreseeable usage of the structure during that period.

(6) The confidence limit to be used for the intensity of the design load spectrum should be based on the mean predicted value plus k_F standard deviations. The confidence limit to be used for the number of cycles in the design load spectrum should be based on the mean predicted value plus k_N standard deviations.

NOTE Values of k_F and k_N may be defined in the national annex. The numerical values $k_F = 2$, and $k_N = 2$ are recommended. See also NOTE 2 under 2.4 (1).

2.3.3 Equivalent fatigue loading

(1) A simplified equivalent fatigue loading may be used if the following conditions are satisfied:

- a) the structure falls within the range of basic structural forms and size for which the equivalent fatigue loading was originally derived;
- b) the real fatigue loading is of similar intensity and frequency and is applied in a similar way to that assumed in the derivation of the equivalent fatigue loading;

с) величини m_1 , m_2 , N_D та N_L , див. рис. 6.1, що прийняті для отримання значень еквівалентного втомного навантаження, дорівнюють відповідним величинам оцінюваної конструкційної деталі.

Примітка. Деякі еквівалентні втомні навантаження можуть бути визначені при допущенні простого тривалого нахилу, при якому $m_2 = m_1$ та $\Delta\sigma_L = 0$. При прикладенні навантажень з численними циклами низької амплітуди результатом може бути дуже консервативна оцінка терміну служби.

d) Динамічна реакція конструкції буде досить низькою, якщо резонансні ефекти, що будуть спричинені різницею маси, жорсткості та коефіцієнтом затухання, не матимуть великого впливу на накопичення Палмгрена-Майнера.

(2) У випадку, якщо еквівалентне втомне навантаження визначене спеціально для використання в будівництві сплавів алюмінію, усі вказівки, описані вище у (1), повинні прийматися до уваги.

2.4 Часткові коефіцієнти для втомних навантажень

(1) Якщо втомні навантаження F_{Ek} були отримані у відповідності з вимогами 2.3.1(2) та 2.3.2, то до навантаження повинен бути застосований частковий коефіцієнт, щоб отримати розрахункове навантаження F_{Ed} .

$$F_{Ed} = \gamma_{Ff} \cdot F_{Ek} \quad (2.4)$$

де

γ_{Ff} – частковий коефіцієнт втомних навантажень.

Примітка 1. Часткові коефіцієнти можуть бути визначені в Національному додатку. Рекомендується значення $\gamma_{Ff} = 1,0$

Примітка 2. Якщо втомні навантаження базуються на інших межах достовірності, які не вказані у 2.3.2(6), то рекомендовані значення для часткових коефіцієнтів приймаються по таблиці

c) the values of m_1 , m_2 , N_D and N_L , see Figure 6.1, assumed in the derivation of equivalent fatigue loading are the same as those appropriate to the construction detail being assessed;

NOTE Some equivalent fatigue loads may have been derived assuming a simple continuous slope where $m_2 = m_1$ and $\Delta\sigma_L = 0$. For many applications involving numerous low amplitude cycles this will result in a very conservative estimate of life.

d) the dynamic response of the structure is sufficiently low that the resonant effects, which will be affected by differences in mass, stiffness and damping coefficient, will have little effect on the overall Palmgren-Miner summation.

(2) In the event that an equivalent fatigue loading is derived specifically for an aluminium alloy structural application, all the matters addressed in (1) above should be taken into account.

2.4 Partial factors for fatigue loads

(1) Where the fatigue loads F_{Ek} have been derived in accordance with the requirements of 2.3.1(2) and 2.3.2 a partial factor should be applied to the loads to obtain the design load F_{Ed} .

where

γ_{Ff} is the partial factor for fatigue loads.

NOTE 1 The partial factors may be defined in the national annex. A value of $\gamma_{Ff} = 1,0$ is recommended.

NOTE 2 Where fatigue loads have been based on confidence limits other than those in 2.3.2 (6), recommended values for partial factors on loads are given in Table 2.1. Alternative values may be

2.1. Альтернативні значення можуть бути надані в Національному додатку.

specified in the national annex.

Таблиця 2.1 – Рекомендовані часткові коефіцієнти γ_{Ff} для інтенсивності та кількості циклів в спектрі втомного навантаження

Table 2.1 – Recommended partial factors γ_{Ff} for intensity and number of cycles in the fatigue load spectrum

k_F	γ_{Ff}	
	$k_N = 0$	$k_N = 2$
0	1,5	1,4
1	1,3	1,2
2	1,1	1,0

2.5 Вимоги до виконання

(1) Відповідно до EN 1090-3 необхідно обирати класи виконання. Вони можуть бути пов'язані з категорією експлуатації.

Примітка. вказівки щодо вибору класу виконання та експлуатаційної категорії надані у EN 1999-1-1. Вказівки щодо ступеню використання надані у L.5 для застосування при умові прийняття даних щодо опору з Додатку J».

5) Зміни до 5.8.1 (2)

Замінити на 5.8.1 (2) наступний текст:

«(2) Розрахункове значення діапазону напружень, яке використовується для оцінки втоми, повинно бути з діапазонів напружень $\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2e}$ відповідно до $N_C = 2 \times 10^6$ циклів».

6) Зміни до 5.8.2 (1)

Замінити на 5.8.2 (1) наступний текст:

«(1) Розрахункове значення діапазонів номінальних напружень $\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2e}$ повинне визначатися наступним чином:
 $\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2e} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \dots \lambda_i \times \dots \lambda_n \times \Delta\sigma(\gamma_{Ff}Q_k)$
 для номінального напруження (5.1)

$\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2e}^* = K_{gt}\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2e}$ для модифікованого номінального напруження (5.2)

2.5 Execution requirements

(1) EN 1090-3 requires execution classes to be selected. These may be related to service category.

NOTE Guidance on selection of execution class and service category is given in EN 1999-1-1. Guidance on utilization grade is given in L.5 for use when Annex J resistance data is adopted".

5) Modification to 5.8.1 (2)

Replace 5.8.1 (2) with the following:

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

6) Modification to 5.8.2 (1)

Replace 5.8.2 (1) with the following:

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

$\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2e} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \dots \lambda_i \times \dots \lambda_n \times \Delta\sigma(\gamma_{Ff}Q_k)$
 for nominal stress (5.1)

$\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2e}^* = K_{gt}\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2e}$ for modified nominal stress (5.2)

де:

$\Delta\sigma(\gamma_{Ff}Q_k)$ – коефіцієнт напруження, який залежить від втомних навантажень, що визначені у EN 1991;

λ_i коефіцієнти еквівалентності пошкодження, що залежать від випадку навантаження та конструкційних характеристик, а також інших факторів;

K_{gt} – коефіцієнт концентрації напруження, призначений для врахування місцевого зростання напруження, пов'язаного з геометричними характеристиками деталі, не включеного у стандартну криву $\Delta\sigma_C - N$, див. також 5.3.2.1.

Примітка 1. Значення λ_i можуть бути надані в Національному додатку.

Примітка 2. Значення λ_i для сталевих елементів можуть не підходити для алюмінієвих елементів».

7) Зміни до 6.2.1 (2)

У 6.2.1 (2) замінити:

« $\Delta\sigma_i$ – діапазон напружень для головних напружень конструкційної деталі, постійний для всіх циклів;» на
« $\Delta\sigma_i$ – діапазон напружень для головних напружень конструкційної деталі, постійний для n_i циклів»;

замінити

« γ_{Ff} – частковий коефіцієнт, допускаючий неточності в спектрі навантажень та розрахунку реакції;»

на

« γ_{Ff} – частковий коефіцієнт, що допускає неточності в спектрі навантажень та розрахунку реакції;»

Замінити Примітку 2 на наступну:

«Примітка 2. Значення часткового коефіцієнта γ_{Mf} для певної конструкційної деталі може бути визначене в Національному додатку. Рекомендовані значення надані в L.4

where

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

λ_i are damage equivalent factors depending on the load situation and the structural characteristics as well as other factors;

K_{gt} is the stress concentration factor to take account of the local stress magnification in relation to detail geometry not included in the reference $\Delta\sigma_C - N$ -curve, see 5.3.2.1.

NOTE 1 The values of λ_i may be given in the national annex.

NOTE 2 λ_i –values for steel components may not be applicable for aluminium components».

7) Modifications to 6.2.1 (2)

In 6.2.1 (2), replace

« $\Delta\sigma_i$ is the stress range for the principal stresses at the constructional detail and is constant for all cycles" with " $\Delta\sigma_i$ is the constant stress range for the principal stresses in the construction detail for n_i cycles»;

replace

« γ_{Ff} is the partial factor allowing for uncertainties in the loading spectrum and analysis of response;»

with

« γ_{Ff} is the partial factor allowing for uncertainties in the loading spectrum and analysis of the response;»

replace NOTE 2 with the following:

«NOTE 2 The value of the partial factor γ_{Mf} for a specific construction detail type may be defined in the national annex. Recommended values are given in L.4 for use when Annex J resistance data is adopted."»

для застосування при умові прийняття даних щодо опору з Додатку J».

та замінити

« m_1 – зворотній нахил кривої $\Delta\sigma - N$ в залежності від деталізованої категорії;»

на

« m_1 – зворотній нахил кривої втомної міцності $\log \Delta\sigma - \log N$, що залежить від деталізованої категорії конструкції».

8) Зміни до A.2.1 (5)

Замінити A.2.1 (5) на наступне:

«(5) Основна методика описана нижче (див. рисунок A.1):

a) Потрібно оцінити верхню межу частоти експлуатаційного навантаження для розрахункового терміну служби конструкції (див. 2.3);

b) Потрібно оцінити результуючу історію напруження на потенційних ділянках виникнення напруження, що перевіряються (див. A.2.3);

c) там, де використовується нормальне напруження, необхідно модифікувати історію напружень в будь-якому місці концентрації місцевого напруження, яке не включено в деталізовану категорію, за допомогою використання відповідного коефіцієнту концентрації напруження (див. 5.3.2);

d) необхідно зменшити історію напружень до еквівалентної кількості циклів (n_i) різних діапазонів напружень $\Delta\sigma_i$, використовуючи метод підрахунку циклів (див. A.2.3).

e) розподілити цикли у порядку зменшення діапазону $\Delta\sigma_i$, щоб сформувати спектр діапазону напружень, в якому $i = 1, 2, 3$ і так далі для першого, другого третього інтервалу у спектрі (див. A.2.3).

f) класифікувати конструкційну деталь відповідно до заданого ряду деталізованих категорій. Для відповідної деталізованої категорії та відповідного співвідношення $\Delta\sigma - N$ необхідно визначити допустиму зносостійкість

and replace

« m_1 is the inverse slope of the $\Delta\sigma - N$ curve, depending on the detail category» with

« m_1 is the inverse slope of the $\log \Delta\sigma - \log N$ fatigue strength curve, depending on the construction detail category».

8) Modification to A.2.1 (5)

Replace A.2.1 (5) with the following:

«(5) The basic procedure is as follows (see Figure A.1):

a) obtain an upper bound estimate of the service load sequence for the structure's design life (see 2.3);

b) estimate the resulting stress history at the potential crack initiation site being checked (see A.2.3);

c) where nominal stresses are being used, modify the stress history in any region of geometrical stress concentration which is not already included in the detail category, by applying an appropriate stress concentration factor (see 5.3.2);

d) reduce the stress history to an equivalent number of cycles (n_i) of different stress ranges $\Delta\sigma_i$ using a cycle counting technique (see A.2.3);

e) rank the cycles in descending order of range $\Delta\sigma_i$ to form a stress-range spectrum, where $i = 1, 2, 3$ etc. for the first, second, third band in the spectrum (see A.2.3);

f) categorise the construction detail in accordance with the given set of detail categories. For the appropriate detail category and the respective $\Delta\sigma - N$ relationship determine for the design stress range ($\Delta\sigma_i$) the permissible endurance (N_i);

(N_i) для розрахункового діапазону напружень $(\Delta\sigma_i)$;

g) необхідно розрахувати загальне пошкодження $D_{L,d}$, спричинене усіма циклами, що базується на накопиченні лінійних пошкоджень, де

$$D_{L,d} = \sum \frac{n_i}{N_i} \quad (\text{A.1})$$

h) розрахувати безпечний термін служби T_s , де:

$$T_s = \frac{T_L}{D_{L,d}} \quad (\text{A.2})$$

де термін експлуатації T_L має такі ж одиниці вимірювання, як T_s ;

i) необхідно вжити наступних заходів, якщо T_s менше, ніж T_L :

- ще раз розрахувати конструкцію або елемент, щоб знизити рівні напруження;
- замінити конструкційну деталь на іншу, яка має вищу категорію;
- якщо можливо, використовувати метод проектування з урахуванням допустимих руйнувань (див. А.3.)»

9) Зміна до А.3.1

Замінити А.3.1 на наступне:

«А.3.1 Передумови для проектування з урахуванням допустимих руйнувань

(1) Проектування з урахуванням допустимих руйнувань повинне використовуватися лише тоді, коли виконуються наступні умови:

- a) Ділянки виникнення тріщин повинні знаходитися близько на поверхні або близько до неї, щоб легко було проводити їх обслуговування.
- b) Повинні бути доступні практичні методи перевірок, за допомогою яких можливе виявлення тріщин та вимірювання їх розміру до того, як вони досягнуть критичного розміру. Див. 1.7.3;
- c) Методика, вказана у А.3.2, повинна

g) calculate the total damage value $D_{L,d}$ caused by all cycles based on linear damage accumulation, where

h) calculate the safe life T_s , where

where the design life of T_L has the same units as T_s ;

i) take one or more of the following actions if T_s is less than T_L :

- redesign the structure or member to reduce the stress levels;
- change the construction detail to one with a higher category;
- use a damage tolerant design approach, where appropriate (see A.3.)»

9 Modification to A.3.1

Replace A.3.1 with the following:

«A.3.1 Prerequisites for damage tolerant design

(1) Damage tolerant design should only be used where the following conditions apply:

- a) the fatigue crack initiation sites should be on or close to a surface which should be readily accessible in service;
- b) practical inspection methods should be available which are capable of detecting the cracks and measuring their extent well before they have reached their fracture critical size. See 1.7.3;
- c) the procedure in A.3.2 should be applied

застосовуватися для визначення мінімальної періодичності технічних перевірок та максимально допустимого розміру тріщини до того, як виникне необхідність в корекції;

Примітка. Альтернативний метод визначення періодичності технічних перевірок надано у L.2 та L.3 для застосування при умові прийняття даних щодо опору з Додатку J.

d) Вказівки щодо технічного обслуговування повинні містити інформацію, вказану у 1.7.3, для кожного розташування тріщини».

10) Зміни до A.3.2

У A.3.2 замінити:

«(1) На будь-якій ділянці потенційного виникнення тріщини, де термін безпечної експлуатації T_S менший, ніж розрахунковий термін експлуатації T_L , повинен бути розрахований інтервал перевірки T_i .»

на

«На будь-якій ділянці потенційного виникнення тріщини, де термін безпечної експлуатації T_S , що визначається у відповідності з рівнянням (A.2) менший, ніж термін служби T_L , повинен вираховуватися інтервал технічної перевірки T_i ».

та додати наступний новий пункт:

«(9) Подальші вказівки надані у Додатку L для застосування при умові прийняття даних щодо опору з Додатку J».

11) Додавання Додатку L

Додати наступний новий Додаток L:

«**Додаток L** (довідковий): Вказівки щодо використання методів проектування, вибору часткових коефіцієнтів, меж величин пошкодження, частоти технічних перевірок та параметрів виконання при умові використання Додатку J

to determine the minimum inspection frequency and maximum permissible crack size before correction becomes necessary;

NOTE An alternative method of determining inspection frequency is given in L.2 and L.3 for use when Annex J resistance data is adopted.

d) the maintenance manual should specify the information listed in 1.7.3 for each potential crack location.».

10) Modifications to A.3.2

In A.3.2, replace

«(1) At each potential crack initiation site where the safe life T_S is less than the design life T_L , the inspection interval T_i should be calculated.»

with

«(1) At each potential initiation site where the safe life T_S calculated in accordance with Equation (A.2) is less than the design life T_L , the inspection interval T_i should be calculated.».

And add the following new paragraph:

«(9) Further guidance is given in Annex L for use when Annex J resistance data is adopted».

11) Addition of Annex L

Add new Annex L as follows: "

«**Annex L** [informative]: Guidance on use of design methods, selection of partial factors, limits for damage values, inspection intervals and execution parameters when Annex J is adopted

L.1 Метод проектування, що забезпечує безпечний термін служби

(1) Дані вказівки можна застосовувати лише тоді, коли використовуються дані щодо втомного опору з Додатку J.

(2) Можна використовувати один з двох типів методу проектування, що забезпечує безпечний термін служби. Ці типи позначаються як МПБТС-I та МПБТС-II:

МПБТС-I не потребує програми регулярної технічної перевірки.

Примітка. Термін «регулярна технічна перевірка» охоплює як загальну перевірку, так і перевірку на втому. Див. таблицю L.2 для уточнення термінів.

МПБТС-II потребує програми загальної перевірки, яка повинна бути складена у відповідності з L.3.

Примітка. Так як належне виконання програми технічних перевірок під час використання являється основою проектування, для власника або власників важливо переконатися, що програма перевірок виконується впродовж терміну служби конструкції.

(3) Метод проектування, що забезпечує безпечний термін служби, необхідно використовувати у випадках, в яких немає можливості для перевірки на втому або якщо з якихось причин перевірка на втому не передбачена.

Примітка. Використання МПБТС може забезпечувати найбільш ефективне вирішення питання вартості у випадках, коли вартість ремонту оцінюється як відносно висока.

(4) Для випадку, коли всі розрахункові діапазони напружень менші, ніж постійна розрахункова межа амплітуди втоми, повинна виконуватися наступна умова:

$$\frac{\gamma_{Ff} \Delta \sigma}{\Delta \sigma / \gamma_{Mf}} \leq 1$$

Примітка 1: γ_{Mf} див. у L.4., γ_{Ff} див. у 2.4.

L.1 Safe life method

(1) This guidance is only applicable when the fatigue resistance data in Annex J is adopted.

(2) One of two types of the safe life design approach may be used. The types are denoted SLD-I and SLD-II:

SLD-I requires no programme for regular inspection.

NOTE The term regular inspection covers both general inspection and fatigue inspection. See Table L.2 for clarification of the terms.

SLD-II requires a programme for general inspection which should be prepared in accordance with L.3.

NOTE As the proper implementation of the inspection programme during maintenance is a presumption for design, it will be important for the owner(s) to ensure that the inspection programme is followed during the lifetime of the structure.

(3) The safe life design approach should be used where there is no accessibility for fatigue inspection or where a fatigue inspection by other reasons is not presupposed.

NOTE To use SLD might give the most cost effective solution for cases where the costs for repair are assessed to be relatively high.

(4) For the case where all design stress ranges are under the design constant amplitude fatigue limit, the following condition should be fulfilled:

$$(L.1)$$

NOTE 1 For γ_{Mf} see L.4. For γ_{Ff} see 2.4.

(5) Спектр діапазону напружень може бути модифікований за допомогою нехтування розрахунковими максимальними значеннями діапазонів напружень, які представляють частку величини пошкоджень ($D_{L,d}$) меншу, ніж 0,01.

L.2 Метод проектування з урахуванням допустимих руйнувань

L.2.1 Загальні відомості

(1) Дані вказівки можна застосовувати лише тоді, коли використовуються дані щодо втомного опору з Додатку J.

(2) Можна використовувати один з двох типів методу проектування з урахуванням допустимих руйнувань. Ці типи позначаються як МПУДР-I та МПУДР- II, див. L.2.2 та L.2.3.

L.2.2 МПУДР-I

(1) МПУДР-I базується на ремонті або заміні елемента при виявленні будь-якої тріщини під час перевірки.

(2) Програма загальної перевірки повинна бути складена у відповідності з L.3.

Примітка. Так як належне виконання програми технічних перевірок під час використання являється основою проектування, для власника або власників важливо переконатися, що програма перевірок виконується впродовж терміну служби конструкції.

(3) Необхідно використовувати одну з двох варіацій МПУДР-I. Ці варіації позначаються як МПУДР-IA та МПУДР- IB:

а) при виборі МПУДР-IA конструкція повинна мати достатній резерв для того, щоб будучи статично невизначеною, розподіляти ефекти навантаження таким чином, щоб будь-яке розповсюдження тріщини припинялось, а конструкція могла витримати розподілене

(5) Stress range spectra may be modified by neglecting design peak values of stress ranges representing a contribution to the damage value ($D_{L,d}$) of less than 0,01.

L.2 Damage tolerant design method

L.2.1 General

(1) This guidance is only applicable when the fatigue resistance data in Annex J is adopted.

(2) One of two types of Damage Tolerant Design may be used. The types are denoted DTD-I and DTD-II, see L.2.2 and L.2.3.

L.2.2 DTD-I

(1) DTD-I is based on any crack detected during inspection being repaired or the component being replaced.

(2) A programme for regular inspection should be prepared in accordance with L.3.

NOTE As the proper implementation of the inspection programme during maintenance is a presumption for design, it will be important for the owner(s) to ensure that the inspection programme is followed during the lifetime of the structure.

(3) One of two options for DTD-I should be used. The options are denoted DTD-IA and DTD-IB:

a) for option DTD-IA the structure should have sufficient redundancy, in terms of being statically indeterminate, to redistribute the load effects such that any initiated crack propagation will stop and the structure remains capable of carrying the redistributed load effects;

навантаження;

b) при виборі МПУДР-ІВ конструкція повинна мати достатньо великі перерізи, щоб витримати навантаження після того, як виникли перші тріщини, помітні неозброєним оком. Такі тріщини не повинні призводити до відмови конструкції. Повинна бути продемонстрована залишкова потужність для квазістатичних розрахункових навантажень після утворення тріщини. Повинна виконуватись вимога щодо ремонту конструкції у разі виявлення тріщини або припинення розповсюдження тріщини ефективними засобами.

(4) Метод МПУДР-І може базуватися на одному з двох методів для забезпечення успішного опору елемента конструкції. Ці методи відповідно базуються на:

- a) розрахунок накопичення лінійних пошкоджень, див. (5).
- b) еквівалентний діапазон напружень, див. (6).

(5) При виборі МПУДР-І розрахункове значення пошкоджень D_L для всіх циклів, що базуються на накопиченні лінійних пошкоджень, повинне задовольняти наступній умові:

$$D_{L,d} \leq 1 \quad (L.1)$$

або

$$D_L \leq D_{lim} \quad (L.2)$$

де

$D_{L,d} = \sum n_i / N_i$ визначається у відповідності з методикою, наданою у А.2;

$D_L = \sum n_i / N_i$ визначається у відповідності з методикою, наданою у А.2 при $\gamma_{Mf} = \gamma_{Ff} = 1,0$.

Примітка. Національний додаток може визначати значення D_{lim} . Рекомендовані значення надані у L.4.

(6) У випадку, якщо розрахунок базується на методі еквівалентного

b) for option DTD-IB the structure should have sufficient large sections to carry the load effects after the first cracks detectable by the naked eye have occurred. Such cracks should not lead to collapse of the structure. The rest capacity for the quasi-static design loads after cracking should be demonstrated. It should be required that in the event of detected cracks, the structure should be repaired or the crack growth stopped by efficient means.

(4) The DTD-I type of approach may be based on one of two methods to ensure sufficient resistance of the component or structure. The methods are respectively based on:

- a) linear damage accumulation calculation, see (5);
- b) equivalent stress range, see (6).

(5) For DTD-I the design damage value D_L for all cycles based on a linear damage accumulation should fulfill the condition:

or

where

$D_{L,d} = \sum n_i / N_i$ is calculated in accordance with the procedure given in A.2;

$D_L = \sum n_i / N_i$ is calculated in accordance with the procedure given in A.2 with $\gamma_{Mf} = \gamma_{Ff} = 1,0$.

NOTE The national annex may specify values for D_{lim} . Recommended values are given in L.4.

(6) For the case where the design is based on

діапазону напружень ($\Delta\sigma_{E,2e}$), повинна виконуватись наступна умова:

$$\frac{\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2e}}{\Delta\sigma_C / \gamma_{Mf}} \leq 1 \quad (L.3)$$

L.2.3 МПУДР- II

(1)P МПУДР-II дозволяє наявність спричинених втому тріщин в конструкції при умові, що розростання тріщини контролюється за допомогою моніторингу та програми перевірки на втому, що базується на використанні механіки руйнувань.

Примітка. Інформацію щодо програм перевірки див. у L.3.

(2) На місці потенційного виникнення тріщини повинна бути визначена мінімальна величина тріщини, яку можна виявити.

(3)P Конструкція повинна мати достатньо великі перерізи, щоб витримати розрахункові навантаження після того, як виникли перші тріщини, помітні неозброєним оком.

(4) Необхідно розраховувати історії навантажень на місцях виникнення тріщин, після чого виконувати підрахунок діапазонів інтенсивності навантажень та складання спектру інтенсивності навантажень.

(5) Базуючись на (2) та (4) необхідно використовувати співвідношення розростання тріщини для сплаву для підрахунку рівня розростання тріщини за допомогою методу механіки руйнувань. За допомогою цього методу необхідно оцінювати час, за який тріщина з мінімальним розміром, яку можна виявити, розростається до максимального безпечного розміру. Цей визначений час повинен бути врахований у специфікації відповідної

the equivalent stress range approach ($\Delta\sigma_{E,2e}$) the following condition should be fulfilled:

L.2.3 DTD-II

(1)P DTD-II allows fatigue induced cracks in the structure provided that the crack growth is monitored and kept under control by means of a fatigue inspection programme based on the use of fracture mechanics.

NOTE For inspection programmes see L.3.

(2) The minimum detectable crack size at potential crack initiation sites should be determined.

(3)P The structure shall have sufficient large sections to carry the design load effects after the first cracks detectable by the naked eye have occurred.

(4) The stress histories at the crack initiation sites, followed by counting of stress intensity ranges and compilation of stress intensity spectra should be calculated.

(5) Based on (2) and (4), the crack growth relationship for the alloy should be used to calculate the crack growth rate by use of a fracture mechanics approach. Using this approach, the time taken for the minimum detectable crack size to grow to the maximum safe crack size should be estimated. This estimated time should be accounted for in the specifications of the corresponding fatigue inspection programme.

програми перевірки на втому.

Примітка. Рекомендації щодо розростання тріщини надані у додатку В.

(6) Повинна бути продемонстрована залишкова потужність для квазістатичних розрахункових навантажень після утворення тріщини.

(7) На основі (6) повинна бути підготовлена програма для регулярної перевірки та моніторингу розростання будь-якої тріщини. Повинен бути визначений час початку перевірки та максимальний інтервал часу між перевірками, див. L.3.

Примітка. Так як належне виконання програми технічних перевірок під час використання являється основою проектування, для власника або власників важливо переконатися, що програма перевірок виконується впродовж терміну служби конструкції, див. L.3.

(8) значення D_L для МПУДР-II повинне задовольняти наступній умові:

$$D_{L,d} \leq D_{lim}$$

де D_{lim} більше, ніж 1,0, але повинно бути обмежене, див. L.4.

L.3 Початок перевірки та інтервали між перевірками

(1) Дані вказівки можна застосовувати лише тоді, коли використовуються дані щодо втомного опору з Додатку J.

(2) Програми перевірок повинні визначати час після монтажу для початку перевірок та часові інтервали між перевірками.

Примітка. Національний додаток може визначати час початку перевірок та часові інтервали між перевірками. Рекомендації надані у таблиці L.1.

(3) Для МПУДР-I значення T_S , яке використовується для визначення T_F та ΔT_F , повинне визначатися у відповід-

NOTE Recommendations for crack growth data are given in Annex B.

(6) The remaining capacity for quasi-static design loads after cracking should be demonstrated.

(7) A programme for regular inspection and monitoring of any crack growth should be prepared based on (6). The time for start of inspection and the maximum inspection intervals should be specified, see L.3.

NOTE As the proper implementation of the inspection programme during maintenance is a presumption for design, it will be important for the owner(s) to ensure that the inspection programme is followed during the lifetime of the structure, see L.3.

(8) D_L for DTD-II should satisfy the following:

$$(L.4)$$

where D_{lim} is greater than 1,0, but should be limited, see L.4.

L.3 Start of inspection and inspection intervals

(1) This guidance is only applicable when the fatigue resistance data in Annex J is adopted.

(2) The inspection programmes should specify a time after erection for start of inspection and the inspection intervals.

NOTE The national annex may specify the start of inspection and the inspection intervals. Recommendations are given in Table L.1.

(3) For DTD-I, the value of T_S to be used to determine T_F and ΔT_F should be calculated according to A.2.1 (5). Unless otherwise

ності до А.2.1 (5). Якщо не визначено інше, інтервал між перевірками не повинен перевищувати $T_S / 4$.

specified the time interval between the inspections should not be larger than $T_S / 4$.

(4) Для МПУДР-II значення T_S , яке використовується для визначення T_F , повинне визначатися у відповідності до А.2.1 (5). ΔT_F повинне визначатися за допомогою механіки руйнувань.

(4) For DTD-II the value of T_S to be used to determine T_F should be calculated according to А.2.1 (5). ΔT_F should be determined using fracture mechanics.

Таблиця L.1 – Рекомендований час початку перевірок та максимальний інтервал часу між перевірками

Table L.1 – Recommended start of inspection and maximum inspection intervals

Метод проектування (Design approach)	Методика проектування (Design procedure)	Тип методу проектування (Type of design approach)	Рекомендований час початку перевірки ^a (Recommended start of inspection ^a)	Рекомендований максимальний інтервал між перевірками (Recommended maximum inspection intervals)
Метод проектування, що забезпечує безпечний термін служби (МПБТС) (Safe Life Design (SLD))	Накопичення пошкоджень (Damage accumulation)	SLD-I	-	-
		SLD-II	$T_G = 0$	$\Delta T_G = 6$ років (years)
	Постійна межа амплітуди втоми (Constant amplitude fatigue limit) (т.е. $\max \Delta \sigma_{E,d} < \Delta \sigma_{D,d}$)	SLD-I	-	-
		SLD-II	$T_G = 0$	$\Delta T_G = 6$ років (years)
Метод проектування з урахуванням допустимих руйнувань (МПУДР) (Damage Tolerant Design (DTD))	Накопичення пошкоджень (Damage accumulation)	DTD-IA	$T_G = 0$ $T_F = 0,5T_S$	$\Delta T_G = 6$ років (years) $\Delta T_F = 0,25T_S$
		DTD-IB	$T_G = 0$ $T_F = 0,5T_S$	$\Delta T_G = 6$ років (years) $\Delta T_F = 0,25T_S$
	Накопичення пошкоджень та механіка руйнувань (Damage accumulation and fracture mechanics)	DTD-II	$T_G = 0$ $T_F = 0,8T_S$	$\Delta T_G = 6$ років (years) ΔT_F визначається механікою руйнувань (is determined by fracture mechanics)

^a T_G – рекомендований час для початку загальної перевірки після закінчення монтажу, яка включає перевірку того, що конструкція відповідає тому стану, в якому вона була при закінченні та ухваленні, тобто перевірку того, що немає руйнувань, наприклад, руйнувань, спричинених додаванням отворів, що спричиняють руйнування, або зварних швів для додаткових елементів, руйнування у зв'язку з вандалізмом або нещасним випадком, неочікуваної корозії і тому подібного (is the recommended time after completed erection for start of general inspection. The general inspection comprises checking that the structure is as it was when it was completed and approved, i.e. that no deterioration has taken place, such as deterioration caused by adding detrimental holes or welds for additional elements, damage due to vandalism or accidents, unexpected corrosion etc.)

ΔT_G – рекомендований максимальний інтервал часу для загальної перевірки (is the recommended maximum time interval for general inspection).

T_F – рекомендований час для початку перевірки на втому після закінчення монтажу. Перевірка на втому

включає перевірку місць, на яких існує висока вірогідність утворення тріщин (is the recommended time after completed erection for the start of fatigue inspection. The fatigue inspection comprises the inspection of areas with high probability for cracks).

ΔT_F – рекомендований максимальний інтервал часу для перевірки на втому (is the recommended maximum time interval for fatigue inspection).

L.4 Часткові коефіцієнти γ_{Mf} та значення D_{lim}

(1) Дані вказівки можна застосовувати лише тоді, коли використовуються дані щодо втомного опору з Додатку J.

(2) Втомне оцінювання повинне базуватися на розрахунковій втомній міцності, отриманій з використанням часткового коефіцієнту надійності γ_{Mf} для характеристичної втомної міцності $\Delta\sigma_{if}$ або за допомогою визначення обмежувачого значення D_{lim} для розрахункового значення пошкоджень D_L , враховуючи клас наслідків та використаний метод проектування.

(3) Р Концепція надійності повинна базуватися на використанні γ_{Ff} , γ_{Mf} та D_{lim} , а також вимог до програм перевірок, наданих у L.3.

Примітка 1. Національний додаток може визначати значення γ_{Mf} . Рекомендовані значення, надані у Таблиці L.2, базуються на значенні γ_{Ff} , яке дорівнює 1,0.

Примітка 2. Національний додаток може визначати клас виконання замість класу наслідків в якості критерію для вибору значення γ_{Mf} в таблиці L.2.

(4) Повинні бути визначені значення елемента аварійного захисту D_{lim} .

Примітка. Національний додаток може визначати значення D_{lim} . Рекомендується обирати значення в межах наступного діапазону:

$$\left(\frac{1}{\gamma_{Ff} \cdot \gamma_{Mf}}\right)^{m2} \leq D_{lim} \leq \left(\frac{1}{\gamma_{Ff} \cdot \gamma_{Mf}}\right)^{m1} \quad (L.5)$$

(5) Для МПУДР-II значення D_{lim} більше, ніж 1, але повинно бути обмежено.

Примітка. Національний додаток може

L.4 Partial factors γ_{Mf} and the values of D_{lim}

(1) This guidance is only applicable when the resistance data in Annex J is adopted.

(2) Fatigue assessment should be based either on a design fatigue strength value derived by using a partial safety factor γ_{Mf} for the characteristic fatigue strength $\Delta\sigma_{if}$ or by defining a limit value D_{lim} for the design damage value D_L , taking into account the consequence class and the design method used.

(3) P The safety concept should be based on the application of γ_{Ff} , γ_{Mf} and D_{lim} and the requirements for the inspection programmes as given in L.3.

NOTE 1 The national annex may specify values for γ_{Mf} . Recommended values are given in Table L.2 which are based on a value for γ_{Ff} equal to 1,0.

NOTE 2 The national annex may specify execution class instead of consequence class as a criterion for selection of the value for γ_{Mf} in Table L.2.

(4) The values of the safety element D_{lim} should be specified.

NOTE The national annex may specify values for D_{lim} . It is recommended to specify values within the following range:

(5) For DTD-II the Value of D_{lim} is larger than 1 but should be limited.

NOTE The national annex may specify values for

визначати значення D_{lim} , див. L.2.3 (8).

Рекомендовані значення – 2,0, для зварних, болтових або заклепаних елементів та 4,0 для плоских елементів.

D_{lim} see L.2.3 (8). Recommended values are 2,0 for welded, bolted or riveted details and 4,0 for plain parts.

Таблиця L.2 – Рекомендовані значення γ_{Mf} відносно класу наслідків

Table L.2 – Recommended γ_{Mf} – values in relation to the consequence class

Метод проектування (Design Approach)	Методика проектування (Design procedure)	Клас наслідків (Consequence class)		
		CC1	CC2	CC3
		γ_{Mf}^{abcd}	γ_{Mf}^{abcd}	γ_{Mf}^{abcd}
SLD-I	Накопичення пошкоджень (Damage accumulation)	1,1	1,2	1,3
	Постійна амплітуда втоми (Constant amplitude fatigue) ($\max \Delta\sigma_{E,d} < \Delta\sigma_{D,d}$)	1,1	1,2	1,3
SLD-II	Накопичення пошкоджень (Damage accumulation)	1,0	1,1	1,2
	Постійна амплітуда втоми (Constant amplitude fatigue) ($\max \Delta\sigma_{E,d} < \Delta\sigma_{D,d}$)	1,0	1,1	1,2
DTD-I	Накопичення пошкоджень (Damage accumulation)	1,0	1,0	1,1
DTD-II	Накопичення пошкоджень (Damage accumulation)	1,0	1,0	1,1

^a Значення таблиці можуть бути зменшені відповідно до зносок a-d при умові, що значення γ_{Mf} не менше, ніж 1,0 (The values of the table may be reduced according to footnotes a to d below provided that the value of γ_{Mf} does not become less than 1,0).

^b Вищевказані в таблиці значення γ_{Mf} можуть бути зменшені на 0,1 якщо виконується одна з наступних умов (The above tabled γ_{Mf} -values may be reduced by 0,1 if one of the following conditions apply):

- наявні незварні зони в зварних елементах (non-welded areas of welded components);
- наявні деталізовані категорії з $\Delta\sigma_C < 25$ Н/мм² (detail categories where $\Delta\sigma_C < 25$ N/mm²);
- наявні зварні елементи, в яких найбільший діапазон напружень представляє усі цикли (welded components where the largest stress range represents all cycles);
- проводяться додаткові неруйнівні випробування для мінімум 50% (additional NDT for a minimum of 50 % is carried out).

Щодо адгезійних з'єднань див. Додаток Е (5) (For adhesively bonded joints, see Annex E (5)).

^c Вищевказані в таблиці значення γ_{Mf} можуть бути зменшені на 0,2 якщо виконується одна з наступних умов (The above tabled γ_{Mf} -values may be reduced by 0,2 if one of the following conditions apply):

- наявні незварені зони в зварних елементах, в яких найбільший діапазон напружень представляє усі цикли (non-welded areas of welded components where the largest stress range represents all cycles);
- наявні деталізовані категорії з $\Delta\sigma_C < 25$ Н/мм² там, де найбільший діапазон напружень представляє усі цикли (detail categories where $\Delta\sigma_C < 25$ N/mm² and where the largest stress range represents all cycles);
- наявні незварні елементи та конструкції (non-welded components and structures);
- проводяться додаткові неруйнівні випробування для мінімум 50% там, де найбільший діапазон напружень представляє усі цикли (additional NDT for a minimum 50 % is carried out where the largest stress range represents all cycles);
- проводяться додаткові неруйнівні випробування для 100% (if additional NDT of 100 % is carried out).

^d Вищевказані в таблиці значення γ_{Mf} можуть бути зменшені на 0,3 якщо виконується одна з наступних умов (The above tabled γ_{Mf} -values may be reduced by 0,3 if one of the following conditions apply):

- наявні незварні елементи та конструкції там, де найбільший діапазон напружень представляє усі цикли

(non-welded components and structures where the largest stress range represents all cycles);
- проводяться додаткові неруйнівні випробування для 100% там, де найбільший діапазон напружень представляє усі цикли (additional NDT for 100 % is carried out where the largest stress range represents all cycles).

L.5 Параметри виконання

L.5 Parameters for execution

L.5.1 Категорія експлуатації

L.5.1 Service category

(1) Якщо приймаються дані щодо опору з Додатку J, необхідно використовувати вказані нижче критерії a), b) або c) для визначення елементів як таких, що відносяться до категорії експлуатації KE1:

(1) If the resistance data of Annex J are adopted, the criteria a), b) or c) below should be used to classify components as service category SC1:

a) якщо найбільший діапазон номінальних напружень $\Delta\sigma_{E,k}$ задовольняє наступній умові:

a) if the largest nominal stress range $\Delta\sigma_{E,k}$ satisfies

– для основного матеріалу (включаючи зони термічного впливу та стикові зварні шви)

– for parent material (including HAZ and butt welds)

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E,k} \leq \frac{13,7}{\gamma_{Mf}} \text{ Н/мм}^2 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (\text{L.6})$$

– для кутових швів

– for fillet welds

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E,k} \leq \frac{9,2}{\gamma_{Mf}} \text{ Н/мм}^2 \text{ (/mm}^2\text{)} \quad (\text{L.7})$$

де значення γ_{Mf} надані у L.4 (3) P. Необхідно використовувати значення, надані для МПБТС-I.

where values for γ_{Mf} are given in L.4 (3) P. The values given for SLD-I should be used.

$\Delta\sigma_{E,k}$ – характеристичне значення впливу (діапазон напружень);

$\Delta\sigma_{E,k}$ is the characteristic value of the action effect (stress range);

b) для випадків наявності спектру втомних навантажень ($\Delta\sigma_{E,k,i}$), якщо L.5.2 застосовується для визначення рівню використання втоми U, при цьому U не перевищує значення 1,0 там, де втомний опір базується на:

b) for cases of fatigue loading spectra ($\Delta\sigma_{E,k,i}$) if L.5.2 is used to calculate the fatigue utilization grade U, and U does not exceed the value 1,0 where the fatigue resistance is based on:

- для основного матеріалу (включаючи зони термічного впливу та стикові зварні шви), деталізована категорія 18-3,4;

- for parent material (including HAZ and butt welds), detail category 18-3,4;

- для кутових швів, деталізована категорія 12-3,4.

- for fillet welds, detail category 12-3,4.

Значення γ_{Mf} для визначення U надані у L.4 (3) P. Необхідно використовувати значення, надані для МПБТС-I. Для випадків, в яких найбільша амплітуда

Values of γ_{Mf} for calculating U are given in L.4 (3) P. The values given for SLD-I should be used. For cases where the largest stress amplitude represents all cycles, the values

Сторінка 41

напружень представляє усі цикли, значення необхідно зменшити на 0,1.

с) для випадків, в яких граничні значення відповідно до критеріїв а) або б) перевищені, і якщо ступінь використання втоми U відповідно до L.5.2 не перевищує 0,5, і якщо втомний опір базується на найнижчих значеннях для наступних випадків:

- для основного матеріалу (без впливу зварювання), деталізована категорія 71-7;

- для безперервних поздовжніх зварних швів (з напрямком напруження паралельним до осі шва), деталізована категорія 40-4,3;

- для стикових зварних швів, деталізована категорія 36-3,4.

Значення γ_{Mf} для визначення U надані у L.4 (3) P. Необхідно використовувати значення, надані для МПБТС-І. Для випадків, в яких найбільша амплітуда напружень представляє усі цикли, значення можуть бути знижені на 0,1, але з результируючим γ_{Mf} не менше, ніж 1,0.

Примітка. Національний додаток може визначити інші або додаткові критерії для визначення категорії експлуатації.

L.5.2 Розрахунок ступеню використання

(1) Цей підпункт містить вказівки щодо розрахунку ступеню використання U для елементів, що зазнають втоми, якщо для проектування застосовуються дані опору відповідно до додатку J, і якщо додатки L та M EN 1090-3:2008 використовуються для визначення вимог до якості та технічної перевірки. Визначенні значення використовуються для того, щоб розрізнити дві категорії експлуатації – KE1 та KE2.

Примітка 1. Визначення категорії експлуатації див. у EN 1999-1-1.

Примітка 2: У EN 1090-3 надаються критерії для визначення сфери перевірки та вимог до рівню якості для двох категорій експлуатації, а також кількісні критерії для перевірки зварних швів в залежності від класу виконання та ступеню

may be reduced by 0,1.

c) for cases where the limit values according to the criteria of a) or b) are exceeded, and if the fatigue utilization grade U according to L.5.2 does not exceed the value of 0,5, and where the fatigue resistance is based on the lowest values for the following cases:

- for parent material (not influenced by welding), detail category 71-7;

- for continuous longitudinal welds (stress direction parallel to weld axis), detail category 40-4,3;

- for butt welds, detail category 36-3,4.

Values of γ_{Mf} for calculating U are given in L.4 (3) P. The values given for SLD-I should be used. For cases where the largest stress amplitude represents all cycles, the values may be reduced by 0,1, but with the resulting γ_{Mf} not less than 1,0.

NOTE The national annex may specify other or additional criteria for defining the service category.

L.5.2 Calculation of utilisation grade

(1) This sub-clause gives provisions for calculation of the utilization grade U for components subject to fatigue if fatigue resistance data according to Annex J have been used for design and EN 1090-3:2008, Annexes L and M have been selected for specifying quality and inspection requirements. The calculated values are used to distinguish between the two service categories SC1 and SC2.

NOTE 1 The definition of the service categories is given in EN 1999-1-1.

NOTE 2 EN 1090-3 gives the criteria for determination of the scope of inspection and the quality level requirements for the two service categories as well as quantitative criteria for inspection of welds, depending on the execution class

(2) Ступінь використання втоми для постійного діапазону напружень для обмеженої кількості циклів n визначається відповідно до наступної формули:

$$U = \frac{\Delta\sigma_{E,k} \cdot \gamma_{Ff}}{\frac{\Delta\sigma_{R,k}}{\gamma_M}} \quad (\text{L.8})$$

де

$\Delta\sigma_{E,k}$ – характеристичний діапазон напружень (для комбінованого напруження, основного напруження) в перерізі, що розглядається, для заданої кількості циклів n ;

$\Delta\sigma_{R,k}$ – відповідне значення діапазону міцності відповідної кривої втомної міцності $\Delta\sigma - N$ для заданої кількості циклів n .

(3) У випадку, якщо втома з усіма діапазонами напружень менша, ніж $\Delta\sigma_D$, а кількість циклів необмежена, ступінь використання визначається відповідно до наступної формули:

$$U = \frac{\Delta\sigma_{E,k} \cdot \gamma_{Ff}}{\frac{\Delta\sigma_D}{\gamma_M}} \quad (\text{L.9})$$

де

$\Delta\sigma_{E,k}$ – найбільший діапазон напружень.

$\Delta\sigma_D$ – постійна межа амплітуди втоми.

(4) Якщо розрахунок базується на еквівалентній постійній амплітуді діапазону напружень $\Delta\sigma_{E,2e}$, то ступінь використання визначається відповідно до наступної формули:

$$U = \frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E,2e}}{\frac{\Delta\sigma_C}{\gamma_M}} \quad (\text{L.10})$$

де

$\Delta\sigma_C$ – втомна міцність для 2×10^6 циклів.

and the utilization grade.

(2) The utilization grade for fatigue for a constant stress range for a limited number of cycles n is defined by:

where

$\Delta\sigma_{E,k}$ is the characteristic stress range (for combined stress, the principal stress) in the section under consideration for a given number of cycles n ;

$\Delta\sigma_{R,k}$ is the corresponding strength range value of the relevant fatigue strength curve $\Delta\sigma - N$ for the given number of cycles n .

(3) For the case of fatigue with all stress ranges less than $\Delta\sigma_D$ and an unlimited number of cycles, the utilization grade is defined as follows:

where

$\Delta\sigma_{E,k}$ is the largest stress range.

$\Delta\sigma_D$ is the constant amplitude fatigue limit.

(4) If the calculation is based on the equivalent constant amplitude stress range $\Delta\sigma_{E,2e}$ the utilization grade is defined as follows:

where

$\Delta\sigma_C$ is the fatigue strength for 2×10^6 cycles.

(5) Якщо ступінь використання U базується на підрахунку значень втомних пошкоджень відповідно до накопичення лінійних пошкоджень, то його значення може відповідно до цілей цього Додатка підраховуватися наступним чином:

$$U = \sqrt[m]{D_{L,d}} \quad (\text{L.11})$$

де

$D_{L,d}$ – розраховується відповідно до п. 2.2.1 та п. 6.2.1».

(5) If the utilization grade U is based on the calculation of fatigue damage values according to linear damage accumulation, its value can, for the purpose of this annex, be calculated as follows:

where

$D_{L,d}$ is calculated according to 2.2.1 and 6.2.1».

Код УКНД: 91.010.30

Ключові слова: ливарні сплави, втомна міцність, витривалість, місцеві напруження.

Генеральний директор, д.т.н., проф.	О.В. Шимановський
Заступник генерального директора з наукової роботи, д.т.н., проф., науковий керівник	В.М. Гордєєв
Заступник генерального директора з науково-технічної політики	В.П. Адріанов
Завідувач НДВТР	О.І. Кордун
Завідувач групи НТД	Я.В. Лимар
Інженер I категорії	А.А. Глінка
Старший науковий співробітник відділу міцності зварних конструкцій Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, к.т.н.	І.М. Клочков