



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЄВРОКОД З ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ
Частина 1-11. Проектування конструкцій
з розтягнутими елементами
(EN 1993-1-11:2006, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11

(Проект, перша редакція)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожним перекладом EN 1993-1-11:2006 Eurocode 3 – Design of steel structures – Part 1-11: Design structures with tension components (Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-11. Проектування конструкцій з розтягнутими елементами) з технічною поправкою EN 1993-1-11:2006/AC:2009.

EN 1993-1-11:2006 підготовлено Технічним комітетом CEN/TC 250, секретаріатом якого керує BSI.

До національного стандарту долучено англomовний текст.

На території України як національний стандарт діє ліва колонка тексту ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2006 "Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-11. Проектування конструкцій з розтягнутими елементами (EN 1993-1-11:2006, IDT)", викладена українською мовою.

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

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству.

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

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова "цей міжнародний стандарт" замінено на "цей стандарт";
- структурні елементи стандарту: – "Обкладинку", "Передмову", "Національний вступ", "Визначення понять" – оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- з "Передмови до EN 1993-1-11" у цей "Національний вступ" взяте те, що безпосередньо стосується цього стандарту.
- Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних МС, посилання на які є в EN 1993-1-11:2006, наведено в додатку НА.

Копії МС, не прийнятих як національні стандарти, на які є посилання в EN 1993-1-11:2006, можна отримати в Головному фонді нормативних документів ДП "УкрНДНЦ".

Технічна поправка EN 1993-1-11:2006/AC:2009 до EN 1993-1-11:2006 подана в кінці ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2012 після додатка НА.

ЗМІСТ

Вступ	VI
Національний додаток до EN 1993-1-11	VI
1 Загальні положення	1
1.1 Сфера застосування	1
1.2 Нормативні посилання	3
1.3 Терміни і визначення	4
1.4 Позначки	6
2 Основи проектування	6
2.1 Загальні положення	6
2.2 Вимоги	7
2.3 Дії	8
2.4 Розрахункові ситуації та часткові коефіцієнти безпеки	11
3 Матеріал	12
3.1 Міцність сталей і дротів	12
3.2 Модуль пружності	12
3.3 Коефіцієнт теплового розширення	15
3.4 Розрізування на мірні по довжині відрізки розтягнутих елементів групи В	15
3.5 Мірні по довжині відрізки та допуски на виготовлення	15
3.6 Коефіцієнт тертя	16
4 Довговічність дротів, канатів та пасом	16
4.1 Загальні вимоги	16
4.2 Антикоровійний захист окремих дротів	17
4.3 Захист від корозії внутрішньої частини розтягнутих елементів групи В	17
4.4 Антикоровійний захист зовнішньої частини розтягнутих елементів групи В	17
4.5 Захист від корозії розтягнутих елементів групи С	18
4.6 Захист від корозії в місцях з'єднань	19
5 Конструкційний розрахунок	19
5.1 Загальні положення	19
5.2 Перехідна фаза будівництва	19

CONTENTS

Foreword	VI
National annex for EN 1993-1-11	VI
1 General	1
1.1 Scope	1
1.2 Normative references	3
1.3 Terms and definitions	4
1.4 Symbols	6
2 Basis of design	6
2.1 General	6
2.2 Requirements	7
2.3 Actions	8
2.4 Design situations and partial factors	11
3 Material	12
3.1 Strength of steels and wires	12
3.2 Modulus of elasticity	12
3.3 Coefficient of thermal expansion	15
3.4 Cutting to length of Group B tension components	15
3.5 Lengths and fabrication tolerances	15
3.6 Friction coefficients.	16
4 Durability of wires, ropes and strands	16
4.1 General.	16
4.2 Corrosion protection of individual wires	17
4.3 Corrosion protection of the interior of group b tension components	17
4.4 Corrosion protection of the exterior of Group B tension components	17
4.5 Corrosion protection of Group C tension components	18
4.6 Corrosion protection at connections	19
5 Structural analysis	19
5.1 General.	19
5.2 Transient construction phase	19

5.3 Постійні розрахункові ситуації під час експлуатації конструкцій . . .	20	5.3 Persistent design situation during service	20
5.4 Нелінійні ефекти при врахуванні деформації	20	5.4 Non-linear effects from deformations	20
6 Граничні стани за несучою здатністю	22	6 Ultimate limit states	22
6.1 Системи з розтягнутими стрижнями	22	6.1 Tension rod systems	22
6.2 Попередньо напружені стрижні та комплектуючі елементи системи груп В і С	22	6.2 Prestressing bars and Group B and C components	22
6.3 Сідла	24	6.3 Saddles	24
6.4 Затискачі	27	6.4 Clamps	27
7 Граничні стани експлуатаційної придатності	28	7 Serviceability limit states	28
7.1 Критерії експлуатаційної придатності	28	7.1 Serviceability criteria	28
7.2 Граничні напруження	29	7.2 Stress limits	29
8 Вібрації вант	30	8 Vibrations of cables	30
8.1 Загальні відомості	30	8.1 General	30
8.2 Заходи щодо обмежень вібрації вант	31	8.2 Measures to limit vibrations of cables	31
8.3 Оцінка ризиків	31	8.3 Estimation of risks	31
9 Втома	32	9 Fatigue	32
9.1 Загальні відомості	32	9.1 General	32
9.2 Флуктуаційні осьові навантаження	33	9.2 Fluctuating axial loads	33
Додаток А (довідковий) Вимоги до виробів для розтягнутих елементів	35	Annex A (informative) Product requirements for tension components	35
Додаток В (довідковий) Транспортування, складування і вантажно-розвантажувальні роботи	40	Annex B (informative) Transport, storage, handling	40
Додаток С (довідковий) Словник термінів	41	Annex C (informative) Glossary	41
Додаток НА (довідковий) Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних МС, посилання на які є в EN 1993-1-11	46		
Технічна поправка EN 1993-1-11:2006/AC:2009	47	Technical amendment EN 1993-1-11:2006/AC:2009	47

ВСТУП

Даний європейський стандарт EN 1993-1-11, "Єврокод 3. Проектування металевих конструкцій. Частина. 1-11 Проектування конструкцій з розтягнутими елементами", підготовлений Технічним комітетом CEN/TC 250 "Будівельні єврокоди", секретаріат якого підтримується BSI. CEN/TC 250 відповідальний за всі будівельні Єврокоди.

Даному європейському стандарту надається статус національного стандарту після публікації ідентичного тексту або підтвердженням не пізніше квітня 2007 р. і альтернативні національні стандарти повинні бути відкликани не пізніше березня 2010р.

Даний Єврокод частково замінює ENV 1993-2. У відповідності з внутрішніми постановами CEN-CENELEC національні органи стандартизації наступних країн повинні забезпечити виконання даного європейського стандарту: Австрія, Бельгія, Великобританія, Германія, Греція, Данія, Естонія, Ірландія, Ісландія, Італія, Іспанія, Латвія, Литва, Люксембург, Мальта, Нідерланди, Норвегія, Польща, Португалія, Румунія, Словаччина, Словенія, Угорщина, Фінляндія, Франція, Чеська Республіка, Швейцарія.

НАЦІОНАЛЬНИЙ ДОДАТОК ДО EN 1993-1-11

Європейський стандарт містить позначення та окремі альтернативні методи, для яких на національному рівні повинні бути вказані значення або відповідний вибір. Для цього у відповідну національну редакцію даного нормативного документа включають національні додатки з параметрами, що установлені на національному рівні, що робить можливим розрахунок конструкцій будівель і інженерних споруд, що будуються в конкретній країні.

Національний вибір допускається в таких пунктах даного нормативного документа:

- 2.3.6 (1);
- 2.3.6 (2);
- 2.4.1 (1);
- 3.1 (1);
- 4.4 (2);
- 4.5 (4);
- 5.2 (3);
- 5.3 (2);

FOREWORD

This European Standard EN 1993-1-11, Eurocode 3: Design of steel structures: Part 1-11 Design of structures with tension components, has been prepared by Technical Committee CEN/TC250 "Structural Eurocodes", the Secretariat of which is held by BSI. CEN/TC250 is responsible for all Structural Eurocodes.

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

This Eurocode partially supersedes ENV 1993-2. According to the CEN-CENELEC Internal Regulations, the National Standard Organizations of the following countries are bound to implement this European Standard: Austria, Belgium, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

NATIONAL ANNEX FOR EN 1993-1-11

This standard gives alternative procedures, values and recommendations with notes indicating where national choices may have to be made. The National Standard implementing EN 1993-1-11 should have a National Annex containing all Nationally Determined Parameters to be used for the design of tension components to be constructed in the relevant country.

National choice is allowed in EN 1993-1-11 through:

- 2.3.6 (1);
- 2.3.6 (2);
- 2.4.1 (1);
- 3.1 (1);
- 4.4 (2);
- 4.5 (4);
- 5.2 (3);
- 5.3 (2);

- 6.2 (2);
- 6.3.2 (1);
- 6.3.4 (1);
- 6.4.1 (1) P;
- 7.2 (2);
- A.4.5.1(1);
- A.4.5.2(1);
- B(6).

- 6.2 (2);
- 6.3.2 (1);
- 6.3.4 (1);
- 6.4.1 (1) P;
- 7.2 (2);
- A.4.5.1(1);
- A.4.5.2(1);
- B(6).

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Сфера застосування

(1) В даному нормативному документі надані основні правила проектування несучих конструкцій зі сталевими розтягнутими елементами, які згідно із способом їх з'єднання з конструкцією дають можливість їх регулювання та заміни (таблиця 1.1).

Примітка. Внаслідок вимог до розтягнутих елементів щодо їх точної установки і заміни вони (ці елементи), як правило, являють собою раніше виготовлені вироби, які доставляються на будівельний майданчик у готовому вигляді і установлюються в конструкції. Елементи, що не регулюються і не можуть бути замінені, наприклад, ванти висячих мостів або мостів із зовнішнім попереднім напруженням, не є предметом розгляду в даній частині технічного стандарту, що не виключає можливості застосування норм даного нормативного документа і в цих випадках.

(2) Даний нормативний документ також містить в собі правила для розробки технічних вимог щодо збірних розтягнутих елементів, для оцінки їхньої безпеки, експлуатаційної надійності та довговічності.

Таблиця 1.1 – Групи розтягнутих елементів

Table 1.1 – Groups of tension components

Група Group	Головний розтягнутий елемент Main tension element	Конструкційний елемент Component
A	Стрижень (пруток) rod (bar)	Системи із розтягувальних стрижнів, попередньо напружений стрижень tension rod (bar) system, prestressing bar
B	Круглий дрід circular wire	Канат спіральсько-пасмовий spiral strand rope
	Круглий дрід та Z-подібний дрід circular and Z-wires	Канат із повністю закритим звиванням fully locked coil rope

1 GENERAL

1.1 Scope

(1) prEN1993-1-11 gives design rules for structures with tension components made of steel, which, due to their connections with the structure, are adjustable and replaceable see Table 1.1.

NOTE: Due to the requirement of adjustability and replaceability such tension components are generally prefabricated products delivered to site and installed into the structure. Tension components that are not adjustable or replaceable, e.g. air spun cables of suspension bridges, or for externally post-tensioned bridges, are outside the scope of this part. However, rules of this standard may be applicable.

(2) This standard also gives rules for determining the technical requirements for prefabricated tension components for assessing their safety, serviceability and durability.

Кінець таблиці 1.1

Група Group	Головний розтягнутий елемент Main tension element	Конструкційний елемент Component
	Круглий та скручений дріт circular wire and stranded wire	Пасмовий канат strand rope
С	Круглий дріт circular wire	Пасмо з паралельних дротів (PWS) parallel wire strand (PWS)
		Пучок із паралельних дротів bundle of parallel wires
	Пасмо із семи паралельних дротів (попередньо напружене) seven wire (prestressing) strand	Пучок із паралельних пасом bundle of parallel strands

Примітка 1. Вироби групи А мають суцільний попередний переріз круглої форми та поєднані з кінцевими кріпленнями, спорядженими різню. Звичайно вони використовуються для:

- в'язевих елементів у покрівлях, стінових огорожувальних конструкціях, системах прогонів;
- відтяжок елементів покрівлі, пілонів;
- систем натягу для метало-дерев'яних ферм, сталевих конструкцій та просторових систем.

Примітка 2. Вироби групи В складаються із дротів, що закріплені в муфтах або мають інші кінцеві кріплення та виготовляються головним чином діаметрами від 5 мм до 160 мм, див. EN 12385-2.

Спірально-пасмові канати використовуються головним чином для:

- відтяжок антен, димових труб, щогл та мостів;
- несучих і контурних вант легких висячих конструкцій;
- підвісок або відтяжок висячих мостів;
- стабілізуючих вант у вантових мережах, дерев'яних та сталевих фермах;
- поручнів балконів, огорож мостів тощо.

Канати із повністю закритим звиванням виготовляються діаметрами від 20 мм до 180 мм та використовуються у вигляді:

- відтяжок несучих вант та підвісок для мостових споруд;
- несучих та стабілізуючих вант у вантових фермах;
- конструкційних вант у вантових мережах;
- відтяжок пілонів, щогл, антен.

Конструкційні пасмові канати використовуються головним чином для:

- відтяжок щогл і антен;
- підвісок у висячих мостах;
- гасіїв коливань/поперечних в'язей поміж відтяжками;
- конструкційних вант для оболонки із тканини;
- огорожувальних вант для поручнів балконів, мостів та огорож.

NOTE 1: Group A products in general have a single solid round cross section connected to end terminations by threads. They are mainly used as

- bracings for roofs, walls, girders
- stays for roof elements, pylons
- tensioning systems for steel-wooden truss and steel structures, space frames

NOTE 2: Group B products are composed of wires which are anchored in sockets or other end terminations and are fabricated primarily in the diameter range of 5 mm to 160 mm, see EN 12385-2.

Spiral strand ropes are mainly used as

- stay cables for aerials, smoke stacks, masts and bridges
- carrying cables and edge cables for light weight structures
- hangers or suspenders for suspension bridges
- stabilizing cables for cable nets and wood and steel trusses
- hand-rail cables for banisters, balconies, bridge rails and guardrails

Fully locked coil ropes are fabricated in the diameter range of 20 mm to 180 mm and are mainly used as

- stay cables, suspension cables and hangers for bridge construction
- suspension cables and stabilizing cables in cable trusses
- edge cables for cable nets
- stay cables for pylons, masts, aerials

Structural strand ropes are mainly used as

- stay cables for masts, aerials
- hangers for suspension bridges
- damper / spacer tie cables between stay cables
- edge cables for fabric membranes
- rail cables for banister, balcony, bridge and guide rails.

Примітка 3. Вироби групи С потребують індивідуального та загального закріплення і відповідного захисту.

Пучки паралельних дротів використовуються головним чином як відтяжки, несучі ванти висячих мостів та зовнішніх натягнутих вант.

Пучки паралельних пасом використовуються головним чином для відтяжок комбінованих та сталевих мостів.

(3) Кінцеві муфти, що розглядаються в даній частині, для виробів групи В і С можуть бути таких типів:

- металеві та поліефірні муфти, див. EN 13411-4;
- муфти із цементною заливкою;
- втулкові наконечники та втулкові з'єднувачі, див. EN 13411-3;
- обтискні муфти і гільзи;
- U-подібні болтові затискачі дротяних канатів, EN 13411-5;
- клинки для закріплення пучків, сферичні головки холодної формовки для дротів та гайки для стрижнів.

Примітка. Термінологія див. додаток С.

1.2 Нормативні посилання

(1) Даний європейський стандарт містить датовані та недатовані посилання на положення з інших публікацій. Ці нормативні посилання наведені у відповідних місцях тексту, а публікації наведені нижче. Для датованих посилань наступні їх поправки або перегляд будь-яких з цих публікацій застосовують до цього європейського нормативного документа при внесенні в нього поправок. Для недатованих посилань застосовують останнє видання публікації, на яку посилаються.

EN 10138. Попередньо напружена арматура

Частина 1. Загальні вимоги

Частина 2. Дріт

Частина 3. Пасма

Частина 4. Стрижні

EN 10244. Сталевий дріт і дротяні вироби. Покриття з кольорових металів на сталевому дроті

Частина 1. Загальні вимоги

Частина 2. Покриття із цинку і цинкових сплавів

Частина 3. Алюмінієві покриття

EN 10264. Сталевий дріт і дротяні вироби. Сталевий дріт для канатів

NOTE 3: Group C products need individual or collective anchoring and appropriate protection.

Bundles of parallel wires are mainly used as stay cables, main cables for suspension bridges and external tendons.

Bundles of parallel strands are mainly used as stay cables for composite and steel bridges.

(4) The types of termination dealt with in this part for Group B and C products are

- metal and resin sockets, see EN 13411-4
- sockets with cement grout
- ferrules and ferrule securing, see EN 13411-3
- swaged sockets and swaged fitting
- U-bolt wire rope grips, see EN 13411-5
- anchoring for bundles with wedges, cold formed button heads for wires and nuts for bars

NOTE: For terminology see Annex C.

1.2 Normative references

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

EN 10138 Prestressing steels

Part 1 General requirements

Part 2 Wires

Part 3 Strands

Part 4 Bars

EN 10244 Steel wire and wire products – Non-ferrous metallic coatings on steel wire

Part 1 General requirements

Part 2 Zinc and zinc alloy coatings

Part 3 Aluminium coatings

EN 10264 Steel wire and wire products – Steel wire for ropes

Частина 1. Загальні вимоги

Частина 2. Холоднотягнутий нелегований сталевий дріт для канатів загального користування

Частина 3. Холоднотягнутий нелегований сталевий дріт холодного формування для використання в виробках, що працюють в умовах високих розтягувальних зусиль

Частина 4. Нержавіючий сталевий дріт

EN 12385. Сталеві дратові канати. Вимоги безпеки

Частина 1. Загальні вимоги

Частина 2. Визначення, позначення та класифікація

Частина 3. Інформація з використання та експлуатації

Частина 4. Пасмові канати для використання на підйомних роботах загального призначення

Частина 10. Канати спіральні для конструкційного застосування загального призначення.

EN 13411. Закріплення кінців сталевих дратових канатів. Вимоги безпеки

Частина 3. Втулки для обпресування та процес обпресування

Частина 4. Заливання металом і синтетичними смолами

Частина 5. U-подібні болтові затискачі дратових канатів

1.3 Терміни і визначення

(1) В даному нормативному документі використовують такі терміни із відповідними визначеннями:

1.3.1 пасмо

Елемент каната, що зазвичай складається з пучка дроту відповідної форми та розмірів, звитого спіралью в одному або іншому напрямі, в один або більше шарів навколо центру

1.3.2 пасмовий канат

Пучок із кількох пасом, звитий спіралью в один або більше шарів навколо осердя (одношарового каната) або центра (що чинить опір розкручуванню, або паралельно – закритий канат)

Part 1 General requirements

Part 2 Cold drawn non-alloyed steel wire for ropes for general applications

Part 3 Cold drawn and cold profiled non alloyed steel wire for high tensile applications

Part 4 Stainless steel wires

EN 12385 Steel wire ropes – safety

Part 1 General requirements

Part 2 Definitions, designation and classification

Part 3 Information for use and maintenance

Part 4 Stranded ropes for general lifting applications

Part 10 Spiral ropes for general structural applications

EN 13411 Terminations for steel wire ropes – safety

Part 3 Ferrules and ferrule-securing

Part 4 Metal and resin socketing

Part 5 U-bolt wire rope grips

1.3 Terms and definitions

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

1.3.1 strand

an element of rope normally consisting of an assembly of wires of appropriate shape and dimensions laid helically in the same or opposite direction in one or more layers around a centre

1.3.2 strand rope

an assembly of several strands laid helically in one or more layers around a core (single layer rope) or centre (rotation-resistant or parallel-closed rope)

1.3.3 канат спіральний

Пучок із щонайменше двох шарів дроту, зв'язаний спіралью навколо центрального дроту

1.3.4 канат спірально-пасмовий

Спіральний канат, що містить лише круглий дріт

1.3.5 канат із повністю закритим звиванням

Спіральний канат, що має зовнішній шар з повністю закритого Z-подібного дроту

1.3.6 коефіцієнт заповнення f

Відношення суми номінальних площ поперечного перерізу металевої частини всіх дротів в канаті (A) до описаної площі каната (A_U), одержаної, виходячи із його номінального діаметра (d)

1.3.7 коефіцієнт втрат від звивання k

Понижувальний коефіцієнт, що залежить від конструкції каната, та включається в коефіцієнт розривного зусилля K

1.3.8 коефіцієнт розривного зусилля K

Емпіричний коефіцієнт, що використовується при визначенні мінімального розривного зусилля каната і отримується із такої залежності:

$$K = \frac{\pi f k}{4}, \quad (1.1)$$

де f – коефіцієнт заповнення каната;

k – коефіцієнт втрат від звивання

Примітка. Коефіцієнти K для канатів найбільш поширених марок наведені у відповідній частині EN 12385.

1.3.9 мінімальне розривне зусилля F_{\min}

Мінімальне розривне зусилля, яке визначається так:

$$F_{\min} = \frac{d^2 R_r K}{1000}, \quad (1.2)$$

де d – діаметр каната;

K – коефіцієнт розривного зусилля;

R_r – марка каната, Н/мм²

1.3.10 марка каната R_r

Рівень вимог до зусилля розриву, яке позначається числом (наприклад, 1770 Н/мм², 1960 Н/мм²)

1.3.3 spiral rope

an assembly of a minimum of two layers of wires laid helically over a central wire

1.3.4 spiral strand rope

spiral rope comprising only round wires

1.3.5 fully locked coil rope

spiral rope having an outer layer of fully locked Z-shaped wires

1.3.6 fill factor f

the ratio of the sum of the nominal metallic cross-sectional areas of all the wires in a rope (A) and the circumscribed area (A_U) of the rope based on its nominal diameter (d)

1.3.7 spinning loss factor k

reduction factor for rope construction included in the breaking force factor K

1.3.8 breaking force factor (K)

an empirical factor used in the determination of minimum breaking force of a rope and obtained as follows:

where f is the fill factor for the rope

k is the spinning loss factor

NOTE: K -factors for the more common rope classes and constructions are given in the appropriate part of EN12385.

1.3.9 minimum breaking force (F_{\min})

minimum breaking force which should be obtained as follows:

where d is the diameter of the rope in mm

K is the breaking force factor

R_r is the rope grade in N/mm²

1.3.10 rope grade (R_r)

a level of requirement of breaking force which is designated by a number (e.g. 1770 [N/mm²], 1960 [N/mm²])

Примітка. Марки каната не обов'язково відповідають маркам міцності на розтяг дротів у канаті.

1.3.11 погонна вага w

Власна вага каната, обчислена на основі площі поперечного перерізу металевої частини (A_m) і довжини каната з урахуванням щільності сталі і системи антикорозійного захисту

1.3.12 ванта

головний розтягнутий елемент у конструкції (наприклад, відтяжка вантового моста), що може складатися із каната, пасма або пучків паралельних дротів чи пасом.

1.4 Позначки

(1) В даному нормативному документі можуть бути використані позначки, наведені в 1.6 EN 1993-1-1 та 1.6 EN 1993-1-9.

(2) Додаткові позначки наведені за місцем їх першого застосування в тексті.

Примітка. Одні і ті самі позначки можуть мати різні значення.

2 ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ

2.1 Загальні положення

(1) Проектування конструкцій із розтягнутими елементами повинно здійснюватись згідно з загальними нормами, наведеними в EN 1990.

(2) При проектуванні також повинні використовуватись додаткові положення щодо розтягнутих елементів, наведені в даному нормативному документі.

(3) Для характеристики підвищеної надійності елементів може бути використана класифікація за ступенем впливу навколишнього середовища, яка наведена у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Класи, що враховують негативні впливи

Table 2.1 – Exposure classes

Дія втоми Fatigue action	Дія корозії Corrosion action	
	без зовнішнього впливу not exposed externally	із зовнішнім впливом exposed externally
Без суттєвої дії втоми no significant fatigue action	Клас 1 class 1	Клас 2 class 2

NOTE: Rope grades do not necessarily correspond to the tensile strength grades of the wires in the rope.

1.3.11 unit weight (w)

the self weight of rope based on the metallic cross-section (A_m) and the unit length taking account of the densities of steel and the corrosion protection system

1.3.12 cable

main tension component in a structure (e.g. a stay cable bridge) which may consist of a rope, strand or bundles of parallel wires or strands

1.4 Symbols

(1) For this standard the symbols given in 1.6 of EN 1993-1-1 and 1.6 of EN 1993-1-9 apply.

(2) Additional symbols are defined where they first occur.

NOTE: Symbols may have various meanings.

2 BASIS OF DESIGN

2.1 General

(1) The design of structures with tension components shall be in accordance with the general rules given in EN 1990.

(2) The supplementary provisions for tension components given in this standard should also be applied.

(3) For improved durability the following exposure classes may be applied:

Кінець таблиці 2.1

Дія втоми Fatigue action	Дія корозії Corrosion action	
	без зовнішнього впливу not exposed externally	із зовнішнім впливом exposed externally
Переважаюча дія осьової втоми mainly axial fatigue action	клас 3 class 3	клас 4 class 4
Дія осьової і бокової втоми axial and lateral fatigue actions (wind & rain)	–	клас 5 class 5

(4) З'єднання розтягнутих елементів із конструкцією повинно бути таким, щоб забезпечити їх заміну і регулювання.

2.2 Вимоги

(1) При проектуванні розтягнутих елементів необхідно розглядати такі граничні стани:

- ULS (граничні стани за несучою здатністю): осьові навантаження, що прикладаються, не можуть перевищувати розрахункового значення несучої здатності при розтягу, див. розділ 6;
- SLS (граничні стани експлуатаційної придатності): рівні напружень і деформацій в елементі не можуть перевищувати граничних значень, див. розділ 7.

Примітка. З метою забезпечення потрібної довговічності перевірки на експлуатаційну придатність можуть мати більш високий пріоритет над перевірками на ULS.

- Втома: діапазони напружень від коливань, спричинених осьовою силою та вібрацією від вітру та снігу, не можуть перевищувати граничних значень.

Примітка. Внаслідок труднощів моделювання збудженого стану розтягнутого елемента перевірки за SLS повинні бути проведені додатково до перевірок на втому.

(2) Для запобігання можливому зменшенню напруження розтягнутих елементів (тобто стану, коли величина напруження досягає в них значень, менших нуля, що викликає втрату стійкості, втому або ушкодження конструктивних елементів), а також інших типів конструкційних елементів, розтягнуті елементи можуть бути попередньо навантажені шляхом їх деформування від прикладених зусиль попереднього натягу.

В таких випадках постійні дії, які складаються із дій гравітаційних сил G і попереднього натягу

(4) Connections of tension components to the structure should be replaceable and adjustable.

2.2 Requirements

(1) The following limit states shall be considered in designing tension components:

- ULS: Applied axial loads shall not exceed the design tension resistance, see section 6.
- SLS: Stress and strain levels in the component shall not exceed the limiting values, see section 7.

NOTE: For durability reasons, serviceability checks may govern over ULS-verifications.

- Fatigue: Stress ranges from axial load fluctuations and wind and rain induced oscillations shall not exceed the limiting values, see sections 0 and 0.

NOTE: Due to the difficulties in modelling the excitation characteristics of tension elements, SLS checks should be carried out in addition to fatigue checks.

(2) To prevent the likely de-tension of a tension component (i.e. the stress reaching below zero and causing uncontrolled stability or fatigue or damages to structural or non structural parts) and for certain types of structures, the tension components are preloaded by deformations imposed on the structure (prestressing).

In such cases permanent actions, which should consist of actions from gravity loads "G" and

P, повинно розглядатись як сумарне постійне навантаження G + P, до якого необхідно застосувати часткові коефіцієнти безпеки G_i, див розділ 5.

Примітка. Для інших матеріалів і методів будівництва можуть бути застосовані інші вимоги для комбінацій навантажень G і P.

(3) Будь-які пристосування до розтягнутих елементів заводського виготовлення (наприклад, сідла або затискачі) повинні проектуватись із урахуванням граничного стану за несучою здатністю і граничного стану експлуатаційної придатності, використовуючи розривне зусилля або усталену міцність канатів на силове навантаження, див. розділ 6. Втома – див. EN 1993-1-9.

Примітка. Дія втоми на канати залежить від радіуса сідла або площі закріплення (щодо мінімального радіуса – див. рис. 6.1).

2.3 Дії

2.3.1 Власна вага розтягнутих елементів

(1) Нормативне значення величини, що характеризує власну вагу розтягнутих елементів і пристосувань до них, визначену з урахуванням площі поперечного перерізу і частини матеріалу, крім випадків, коли такі дані наведені у відповідних частинах EN 12385.

(2) Для спіральних пасом, пасом із закритим звиванням або конструкційних дротових канатів номінальна власна вага g_k може бути визначена таким чином:

$$g_k = w A_m, \tag{2.1}$$

де A_m – площа поперечного перерізу металевих елементів, мм²;

w – погонна вага з урахуванням густини сталі і систем антикорозійного захисту (таблиця 2.2), Н/мм³.

(3) A_m може бути визначена за формулою

$$A_m = \frac{\pi d^2}{4} f, \tag{2.2}$$

де d – зовнішній діаметр каната або пасма із урахуванням антикорозійного покриття, мм;

f – коефіцієнт заповнення, див. таблицю 2.2.

prestress "P", should be considered as a single permanent action "G + P" to which the relevant partial factors "G_i" should be applied, see section 5.

NOTE: For other materials and methods of construction other rules for the combination of "G" and "P" may apply.

(3) Any attachments to prefabricated tension components, such as saddles or clamps, should be designed for ultimate limit states and serviceability limit states using the breaking strength or proof strength of cables as actions, see section 6. For fatigue see EN 1993-1-9.

NOTE: Fatigue action on the ropes is governed by the radius in the saddle or anchorage area (see Figure 6.1 for minimum radius).

2.3 Actions

2.3.1 Selfweight of tension components

(1) The characteristic value of the self weight of tension components and their attachments should be determined from the cross-sectional area and the density of the materials unless data are given in the relevant parts of EN 12385.

(2) For spiral stands, locked coil strands or structural or structural wire ropes the nominal self weight g_k may be calculated as follows:

where A_m is the cross-section in mm² of the metallic components

w [N/(mm³)] is the unit weight taking into account the density of steel including the corrosion protection system, see Table 2.2

(3) A_m may be determined from

where d is the external diameter of rope or strand in mm, including any sheathing for corrosion protection

f is the fill-factor, see Table 2.2

Таблиця 2.2 – Погонна вага w і коефіцієнт заповнення f

Table 2.2 – Unit weight w and fill-factors f

Тип каната		Коефіцієнт заповнення f Fill factor f						Погонна вага $w \times 10^{-7}$ Н/мм ³ Unit weight w $\times 10^{-7}$ N/mm ³	
		Дріт осердя +1 шар із Z-подібного дроту Core wires +1 layer Z-wires	Дріт осердя +2 шари із Z-подібного дроту Core wires +2 layer Z-wires	Дріт осердя + більше 2-х шарів із Z-подібного дроту Core wires + >2 layer Z-wires	Кількість шарів дроту навколо осердя Number of wire layers around core wire				
					1	2	3-6		>6
1	Канати спірально-пасмові Spiral strand ropes				0,77	0,76	0,75	0,73	830
2	Канати і з повністю закритим звиванням Fully locked coil ropes	0,81	0,84	0,88					830
3	Канати пасмові із круглого дроту Circular wire strand ropes								930

(4) Для канатів, складених із паралельних дротів або паралельних пасом, площа поперечного перерізу металеві частини визначається за формулою

(4) For parallel wire ropes or parallel strand ropes the metallic cross-section

$$A_m = n a_m, \quad (2.3)$$

де n – кількість окремих дротів або пасом канату;

where n is the number of identical wires or strands of which the rope is made

a_m – площі поперечних перерізів (що визначені по їх діаметру) або пасма (із відповідного стандарту).

a_m is the cross-section of a wire (derived from its diameter) or a (prestressing) strand (derived from the appropriate standard)

(5) Для розтягнутих елементів групи С власну вагу визначають за вагою окремих сталевих дротів або пасом та вагою захисного матеріалу (ПЕВГ, воску тощо).

5) For group C tension components the self weight should be determined from the steel weight of the individual wires or strands and the weight of the protective material (HDPE, wax etc.)

2.3.2 Дія вітру

2.3.2 Wind actions

(1) Вітрові ефекти, що повинні братись до уваги, включають:

(1) The wind effects to be taken into account should include:

- статичні ефекти вітрового потоку, див. EN 1991-1-4, включаючи прогини і кути повороту, які викликають згинальні моменти біля кінцевих кріплень вант;
- аеродинамічні та інші збурення, що викликають можливі коливання вант, див. розділ 8.

- the static effects of wind drag on the cables, see EN 1991-1-4, including deflections and bending effects near the ends of the cable,
- aerodynamic and other excitation causing possible oscillation of the cables, see section 8.

2.3.3 Навантаження від обледеніння

(1) Навантаження від обледеніння див. у додатку В EN 1993-3-1.

2.3.4 Теплові дії

(1) Теплові дії, які необхідно брати до уваги, повинні включати ефект від дії різниці температур між вантами і іншими конструкціями.

(2) Для вант, що підпадають під зовнішні дії, дії від різниці температур також повинні братися до уваги, див. EN 1991-1-5.

2.3.5 Попередній натяг

(1) Попередній натяг вант повинен бути таким, щоб після прикладення всіх постійних навантажень конструкція набувала потрібних геометричних обрисів і необхідного розподілу напружень в них.

(2) Повинні бути завчасно передбачені прилаштування для попереднього натягу вант і його регулювання, а нормативні значення попереднього натягу повинні бути задані такими, які необхідні для досягнення потрібного геометричного обрису згідно з (1), прийнятого в граничному стані, що розглядається.

(3) Якщо регулювання натягу вант не передбачається, то при проектуванні конструкції повинні бути враховані тільки діючі зовнішні навантаження.

2.3.6 Заміна та втрата розтягнутих елементів

(1) Заміна не менш ніж одного розтягнутого елемента повинна бути взята до уваги при проектуванні як перехідна розрахункова ситуація стан конструкції.

Примітка. Національний додаток може визначати перехідні умови навантаження і часткові коефіцієнти безпеки для їх заміни.

(2) Можлива несподівана втрата будь-якого із розтягнутих елементів повинна бути взята до уваги як аварійна розрахункова ситуація.

Примітка 1. Національний додаток може визначати, де така аварійна розрахункова ситуація може з'явитись, а також включати вимоги щодо забезпечення безпеки та умови навантаження для розтягнутих елементів.

Примітка 2. За відсутності певних досліджень динамічних ефектів несподіваного вилучення може бути передбачений для необхідного запасу міцності шляхом використання ефекту додаткової дії E_d :

2.3.3 Ice loads

(1) For ice loading see Annex B to EN 1993-3-1.

2.3.4 Thermal actions

(1) The thermal actions to be taken into account should include the effects of differential temperatures between the cables and the structure.

(2) For cables exposed externally the actions from differential temperature should be taken into account, see EN 1991-1-5.

2.3.5 Prestressing

(1) The preloads in cables should be such that, when all the permanent actions are applied, the structure adopts the required geometric profile and stress distribution.

(2) Facilities for prestressing and adjusting the cables should be provided and the characteristic value of the preload should be taken as that required to achieve the required profile in (1) at the limit state under consideration.

(3) If adjustment of the cables is not intended to be carried out the effects of the variation of preloads should be considered in the design of the structure.

2.3.6 Replacement and loss of tension components

(1) The replacement of at least one tension component should be taken into account in the design as a transient design situation.

NOTE: The National Annex may define the transient loading conditions and partial factors for replacement.

(2) Where required a sudden loss of any one tension component should be taken into account in the design as an accidental design situation.

NOTE 1: The National Annex may define where such an accidental design situation should apply and also give the protection requirements and loading conditions, e.g. for hangers of bridges.

NOTE 2: In the absence of a rigorous analysis the dynamic effect of a sudden removal may conservatively be allowed for by using the additional action effect E_d :

$$E_d = kE_{d2} - E_{d1}, \quad (2.4)$$

де $k = 1,5$;

E_{d1} – ефект розрахункової дії без вилучення вант;

E_{d2} – розрахункова дія при вилученні відповідної ванти.

2.3.7 Втомне навантаження

(1) Втомне навантаження див. EN 1991.

2.4 Розрахункові ситуації та часткові коефіцієнти безпеки

2.4.1 Перехідні розрахункові ситуації будівництва

(1) На період будівництва частковий коефіцієнт безпеки для постійних навантажень може бути змінений відповідно до конкретних розрахункових ситуацій і моделей граничних станів.

Примітка. В Національному додатку може бути вказаний коефіцієнт безпеки для періоду будівництва. Рекомендовані значення $\gamma_{G,i}$:

$\gamma_G = 1,10$ – для короткочасного періоду (кілька годин), для установки першого пасма при технології установок "пасмо за пасмом";

$\gamma_G = 1,20$ – для установок інших пасом;

$\gamma_G = 1,00$ – для сприятливих ефектів.

2.4.2 Постійні ситуації протягом експлуатації

(1) Для перевірок на ULS, SLS та втому часткові коефіцієнти безпеки можуть бути обґрунтованими:

- складнощами умов досліджень;
- заходами з виключення згинальних ефектів.

Примітка. Відповідні значення γ_M наведені в розділі 6.

where $k = 1,5$

E_{d1} represents the design effects with all cables intact;

E_{d2} represents the design effects with the relevant cable removed.

2.3.7 Fatigue loads

(1) For fatigue loads see EN 1991.

2.4 Design situations and partial factors

2.4.1 Transient design situation during the construction phase

(1) For the construction phase the partial factor for permanent loads may be amended to suit the particular design situation and limit state model

NOTE: The National Annex may define the partial factor γ_{Gi} for the construction phase. Recommended values γ_{Gi} are:

$\gamma_G = 1,10$ for a short time period (only a few hours) for the installation of first strand in strand by strand installations

$\gamma_G = 1,20$ for the installation of other strands

$\gamma_G = 1,00$ for favourable effects.

2.4.2 Persistent situations during service

(1) For ULS, SLS and fatigue verifications partial factors γ_M may be based on

- the severity of the conditions used for proving tests
- the measures employed to suppress bending effects.

NOTE: Appropriate values for γ_M are given in section 6.

3 МАТЕРІАЛ

3.1 Міцності сталей і дротів

(1) Характеристичні значення f_y і f_u конструкційної сталі та $f_{0,2}$ або $f_{0,1}$ та f_u для дроту приймають за відповідними технічними специфікаціями.

Примітка 1. Для сталі – див. EN 1993-1-1 та EN 1993-1-4.

Примітка 2. Для дроту – див. EN 10264 частина 1 – частина 4.

Примітка 3. Для канатів – див. EN 12385, частина 4 та частина 10.

Примітка 4. Для кінцевих муфт – див. EN 13411-3.

Примітка 5. Для пасом – див. EN 10138-3.

Примітка 6. Національний додаток може встановлювати максимальні значення f_u із умов довговічності.

Значення, що рекомендуються:

для сталевих дротів:

– круглого перерізу: номінальна міцність на розтяг – 1770 Н/мм²;

– Z-подібного перерізу: номінальна міцність на розтяг – 1570 Н/мм²;

– для нержавіючого сталевих дротів круглого перерізу номінальна міцність на розтяг – 1450 Н/мм².

3.2 Модуль пружності

3.2.1 Розтягнуті елементи групи А

(1) Модуль пружності для розтягнутих елементів $E = 210\,000$ Н/мм², для систем, виготовлених із нержавіючих сталей, див. EN 1993-1-4.

3.2.2 Розтягнуті елементи групи В

(1) Модуль пружності для розтягнутих елементів групи В визначається на основі результатів випробувань.

Примітка 1. Модуль пружності залежить від рівня напруження і від того, чи була ванта попередньо розтягнутою, та циклічного навантаження і розвантаження.

Примітка 2. Жорсткість при натягу ванти для розтягнутих елементів груп В і С визначається добутком модуля пружності на площу поперечного перерізу металевої частини канату A_m .

(2) Січний модуль використовують як модуль пружності для конструкційного розрахунку розрахункових ситуацій протягом всього строку служби. Власне значення встановлюють з урахуванням типу ванти та її діаметра і визна-

3 MATERIAL

3.1 Strength of steels and wires

(1) The characteristic values f_y and f_u for structural steel and $f_{0,2}$ or $f_{0,1}$ and f_u for wires should be taken from the relevant technical specifications.

NOTE 1: For steel see EN1993-1-1 and EN1993-1-4.

NOTE 2: For wires see EN 10264, Part 1 to Part 4.

NOTE 3: For ropes see EN 12385, Part 4 and Part 10.

NOTE 4: For terminations see EN 13411-3.

NOTE 5: For strands see EN 10138-3.

NOTE 6: The National Annex may give a maximum value for f_u for durability reasons.

The following values are recommended:

steel wires

– round wires: nominal tensile strength: 1770 N/mm²

– Z-wires: nominal tensile strength: 1570 N/mm²

– stainless steel wires: round wires: nominal tensile strength: 1450 N/mm²

3.2 Modulus of elasticity

3.2.1 Group A tension components

(1) The modulus of elasticity for Group A tension components may be taken as $E = 210\,000$ N/mm²; for systems made of stainless steels see EN 1993-1-4.

3.2.2 Group B tension components

(1) The modulus of elasticity for Group B tension components should be derived from tests.

NOTE 1: The modulus of elasticity is dependant on the stress level and whether the cable has been prestretched and cyclically loaded and unloaded.

NOTE 2: The tension stiffness of the cable for tension components of Group B and C may be determined by multiplying the modulus of elasticity by the metallic cross section A_m .

(2) The secant modulus should be used as the modulus of elasticity for structural analysis for persistent design situations during service. Characteristic values should be obtained for each cable type and diameter and should be determined

чають за результатами достатньої кількості циклів навантажень (не менше ніж 5) від F_{inf} і F_{sup} для того, щоб забезпечити одержання достовірних значень, де F_{inf} і F_{sup} – відповідно мінімальні і максимальні сили, що діють на ванту в умовах конкретних постійних та змінних дій.

(3) Для випробувальних зразків малої довжини (менше ніж десятикратна довжина сплетіння) одержане значення повзучості буде менше ніж для вант великої довжини.

Примітка 1. За відсутності більш точних значень ефект, що вказаний вище, береться до уваги при різанні по довжині шляхом додаткового скорочення на 0,15 мм/м.

Примітка 2. За відсутності результатів випробувань номінальне значення модуля пружності для використання у першому наближенні наведене в таблиці 3.1. Більш докладніше – див. EN 10138.

Таблиця 3.1 – Модуль пружності E_Q , відповідний змінним навантаженням Q

Table 3.1 – Modulus of elasticity E_Q corresponding to variable loads Q

	Високоміцна сталь для розтягнутих елементів High strength tension component	E_Q , кН/мм ² [kN/mm ²]	
		Сталевий дріт steel wires	Нержавіючий сталевий дріт stainless steel wires
1	Спірально-пасмові канати Spiral strand ropes	150 ± 10	130 ± 10
2	Канати з повністю закритим звиванням Fully locked coil ropes	160 ± 10	–
3	Пасмові дотові канати CWR Strand wire ropes with CWR	100 ± 10	90 ± 10
4	Пасмові дотові канати CF Strand wire ropes with CF	80 ± 10	–
5	Пучок паралельних дротів Bundle of parallel wires	205 ± 5	–
6	Пучок паралельних пасом Bundle of parallel strands	195 ± 5	–

Примітка 3. Номінальні значення модуля пружності E для канатів із повністю закритим звиванням наведені в таблиці 3.1. Ці розрахункові значення застосовуються при циклічному навантаженні в діапазоні 30% – 40% від обчисленої міцності на розрив F_{uk} .

Примітка 4. Вант групи В без попереднього напруження виявляють як пружні, так і залишкові деформації при статичному навантаженні. Такі вант рекомендується піддавати попередньому розтягу перед або після їх установки шляхом циклічного навантаження до максимальної величини $0,456 \sigma_{uk}$.

after a sufficient number of (at least 5) load cycles between F_{inf} and F_{sup} to ensure stable values are obtained, where F_{inf} and F_{sup} are the minimum and maximum cable forces respectively under the characteristic permanent and variable actions.

(3) For short test samples (sample length ≤ 10 x lay length) the value of creep obtained will be smaller than for long cables.

NOTE 1: In the absence of more accurate values this effect may be taken into account for cutting to length by applying an additional shortening of 0,15 mm/m.

NOTE 2: When test results are not available, nominal values of moduli of elasticity for use as first estimates are given in Table 3.1. For further information see EN 10138.

NOTE 3: The nominal values of the modulus of elasticity E for fully locked coil ropes are given in Figure 3.1. These estimated values apply to cyclic loading range between 30 % and 40 % of the calculated breaking strength F_{uk} .

NOTE 4: Non pre-stretched Group B cables exhibit both elastic and permanent deformations when subjected to static loading. It is recommended that such cables are pre-stretched before or after installation by cyclic loading up to a maximum of $0,456\sigma_{uk}$. For cutting to length such cables should be

Для розрізання на рівні відрізки такі ванти попередньо розтягують із точністю, що припускається обладнанням для регулювання в умовах будівельного майданчика.

Примітка 5. Для рисунка 3.1 застосовують такі допущення:

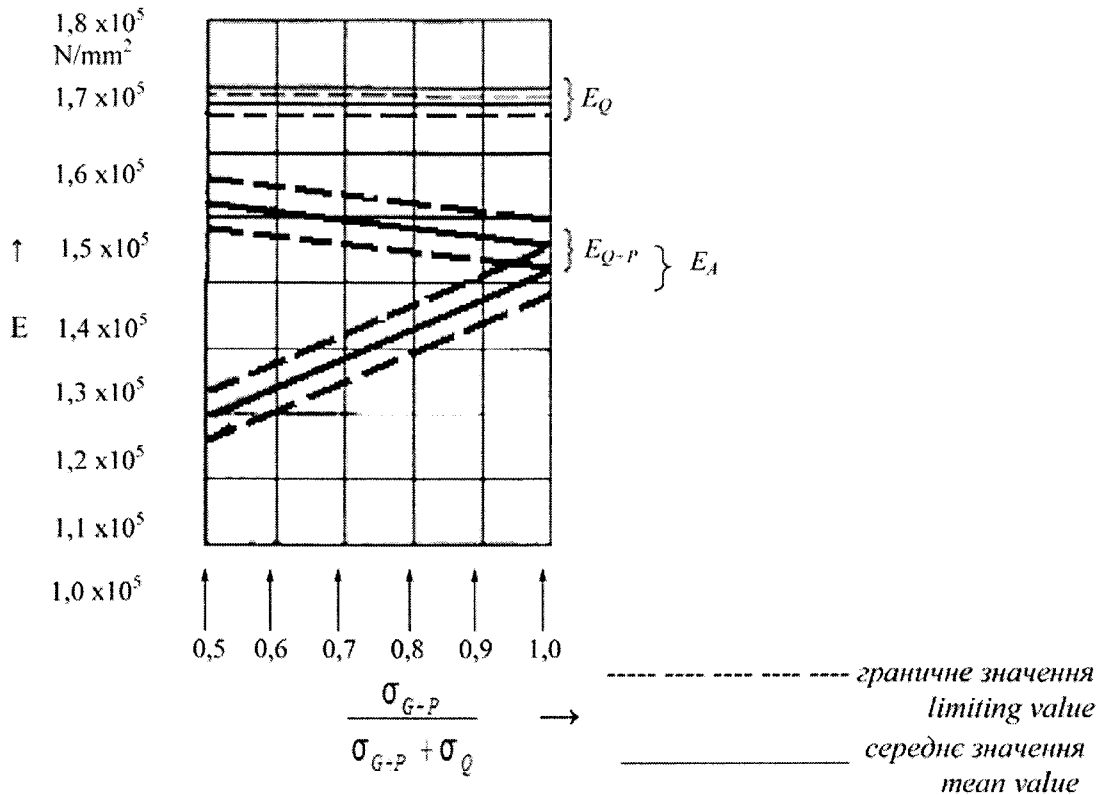
- довжина сплетіння приймається більше 10 діаметрів;
- мінімальне значення напруження складає 100 N/mm^2 . Лінійне значення напруження приймається таким, що дорівнює нижній межі діапазону пружності.

pre-stretched with a precision related to the facilities for in-situ adjustment.

NOTE 5: For Figure 3.1 the following assumptions apply:

- the lay length is greater than $10 \times$ the diameter
- the minimum value of stress is 100 N/mm^2

The minimum value of stress is the lower bound of the elastic range.



σ_{G+P} – напруження при характеристичних постійних діях;

σ_Q – максимальне напруження при характеристичних змінних діях;

E_Q – модуль пружності для сталих розрахункових станів конструкцій протягом строку служби;

E_{G+P} – модуль пружності для відповідних розрахунків перехідних розрахункових ситуацій;

E_A – модуль пружності для розрізання на мірні по довжині відрізки;

σ_A – напруження для розрізання на мірні по довжині відрізки

σ_{G+P} stress under characteristic permanent actions

σ_Q maximum stress under characteristic variable actions

E_Q modulus of elasticity for persistent design situations during service

E_{G+P} modulus of elasticity for an appropriate analysis for transient design situations during construction phase up to permanent load G+P

E_A modulus of elasticity for cutting to length

σ_A stress for cutting to length

Рисунок 3.1 – Модуль пружності E для канатів із повністю закритим звиванням без попереднього розтягу

Figure 3.1 – Modulus of elasticity E for non pre-stretched fully locked coil ropes for bridges

3.2.3 Розтягнуті елементи групи C

(1) Модуль пружності для розтягнутих елементів групи C приймається за EN 10138 або таблицею 3.1

3.3 Коефіцієнт теплового розширення

(1) Коефіцієнт теплового розширення приймається:

– для сталевого дроту

$$\alpha_T = 12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C};$$

– для нержавіючого дроту

$$\alpha_T = 16 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C} . \quad (3.1)$$

3.4 Розрізування на мірні по довжині відрізки розтягнутих елементів групи B

(1) Пасма можуть бути замарковані тільки для різання на задану довжину і тільки для різання за приписаною перерізальною силою.

(2) Для точного розрізання на задану довжину повинні бути враховані такі дані:

- виміряні значення подовження від σ_A і σ_{G+P} після циклічного навантаження – згідно з 3.2.2 (2);
- різниця між розрахунковою температурою (звичайно 10 °C) і температурою навколишнього середовища при розрізанні на задану довжину;
- довгочасна повзучість вант під навантаженням;
- додаткове подовження елемента після установки затискачів на них;
- деформація після першого навантаження.

Примітка. Повзучість вант і усадка конуса буде продовжуватись після установки, отже більш високі навантаження можливо будуть потрібні під час монтажу, щоб збалансувати повзучість вант і твердіння заливального конуса після охолодження розплавленого металу і прикладення початкового навантаження.

3.5 Мірні по довжині відрізки та допуски на виготовлення

(1) Розмічання повної довжини вант і всіх вимірних точок для кріплення сідел та затискачів виконується під певним попереднім натягом.

Примітка. Нанесення додаткових контрольних міток дозволяє здійснювати більш пізні перевірки точності довжини після установки частин на місце.

3.2.3 Group C tension components

(1) The modulus of elasticity for Group C tension components may be taken from EN 10138 or Table 3.1.

3.3 Coefficient of thermal expansion

(1) The coefficient of thermal expansion should be taken as

– for steel wires

– for stainless steel wires

3.4 Cutting to length of group B tension components

(1) Strands may only be marked to length only for cutting at a prescribed cutting load.

(2) For exact cutting to length the following data should be considered:

- measured values of the elongation between σ_A and σ_{G+P} after cyclic loading according to 3.2.2 (2)
- difference between the design temperature (normally 10 °C) and the ambient temperature when cutting to length
- long term cable creep under loads
- additional elongation of cable after installation of cable clamps
- deformation after first loading.

NOTE: Cable creep and cone setting will continue after installation, therefore higher loads may be required during erection to account for cable creep and setting of the pouring cone after cooling of molten metal and after the initial load is applied.

3.5 Lengths and fabrication tolerances

(1) The total length of the cable and all measuring points for the attachment of saddles and clamps should be marked under a defined preload.

NOTE: The provisions of additional control markings allow for later checks of the exact length after parts have been installed.

(2) Допуски на виготовлення повинні бути прийнятими після попереднього розтягу і циклічного навантаження та розвантаження.

(3) Якщо конструкції чутливі до відхилів від номінальних геометричних величин (наприклад, внаслідок повзучості), необхідно передбачити налаштування для регулювання.

3.6 Коефіцієнт тертя

(1) Коефіцієнт тертя між канатами із повністю закритим звиванням і сталевим улаштуванням (затискачами, сідлами, фітингами) визначається на основі результатів випробувань.

Примітка. Сили тертя можуть бути знижені шляхом зменшення діаметра, якщо зусилля розтягу збільшується.

(2) Коефіцієнт тертя для інших типів канатів також визначається на основі випробувань, див. додаток А.

4 ДОВГОВІЧНІСТЬ ДРОТІВ, КАНАТІВ ТА ПАСОМ

4.1 Загальні вимоги

(1) Для розтягнутих елементів груп В і С з класами дій 2, 4 і 5 згідно з таблицею 2.1 система захисту від корозії повинна бути такою:

- 1) окремі дроти повинні бути захищеними від корозії;
- 2) внутрішні шари канату повинні бути захищеними від проникнення вологи;
- 3) зовнішній шар канату повинен мати антикорозійний захист.

(2) Розтягнуті елементи групи С, як визначено в таблиці 1.1, повинні мати два взаємопов'язаних шари антикорозійного захисту або бути із внутрішнім наповнювачем поміж двома системами.

(3) В місцях установки затискачів або закріплення необхідно вживати додаткових засобів щодо антикорозійного захисту для запобігання проникненню вологи.

(4) Транспортування, складування та обслуговування – див. додаток В.

(2) The fabrication tolerances should be taken into account after pre-stretching and cyclic loading and unloading.

(3) When structures are sensitive to deviations from nominal geometrical values (e.g. by creep), facilities for adjustments should be provided.

3.6 Friction coefficients

(1) The friction coefficient between fully locked coil cables and steel attachments (clamps, saddles, fittings) should be determined from tests.

NOTE: The friction forces may be reduced by reduction of the diameter if tension is increased.

(2) The friction coefficient for other types of cables should also be determined from tests, see Annex A.

4 DURABILITY OF WIRES, ROPES AND STRANDS

4.1 General

(1) For Group B and C tension components with exposure classes 2, 4 and 5 according to Table 2.1 the corrosion protection system should be as follows:

- 1. Individual wires should be protected against corrosion;
- 2. The rope interior should be protected to stop the ingress of moisture;
- 3. The outer surface should be protected against corrosion.

(2) Group C tension components as defined in Table 1.1 should have two layers of corrosion protection systems with an interface or inner filler between the two systems.

(3) At clamps and anchorages additional corrosion protection should be applied to prevent water penetration.

(4) For transport, storage and handling, see Annex B.

4.2 Антикорозійний захист окремих дротів

(1) Кожний сталевий дріт у складі розтягнутих елементів груп В і С повинен мати покриття на основі цинкового сплаву.

(2) В розтягнутих елементах групи В покриття на основі цинку або на основі цинкового сплаву для дротів круглого перерізу повинно бути виконано згідно з EN 10246-2, клас А. Для дротів фігурного перерізу таке покриття повинно відповідати вимогам EN 10264-3, клас А.

Примітка 1. Z-подібний в перерізі дріт звичайно має більш товсте гальванічне покриття із розрахунку 300 г/м², враховуючи можливість зменшення товщини покриття на гострих кутах.

Примітка 2. Антикорозійний захист дроту із цинкового сплаву Zn95A15 є більш надійним ніж захист із цинку однакової товщини. Сплав Zn95A15 може використовуватися для покриття круглого і Z-подібного в перерізі дроту як основний за вагою компонент.

(3) Антикорозійний захист дротів елементів, що розтягуються, групи С здійснюється відповідно до EN 10138.

4.3 Захист від корозії внутрішньої частини розтягнутих елементів групи В

(1) Всі внутрішні канатні пустоти заповнюються активним або пасивним наповнювачем, що протидіє волозі, високій температурі або вібрації.

Примітка 1. До класу активних наповнювачів відносяться поліуретанове мастило з підстильним шаром із фарби з цинковим пилом.

Примітка 2. Як пасивний внутрішній наповнювач може використовуватись перманентний еластично-пластичний віск або вуглеводний полімер із алюмінієвим наповнювачем.

Примітка 3. Внутрішнє заповнення, виконане під час виготовлення розтягнутого елемента, може видавлюватись при його навантаженні, тому з часом необхідно передбачити інші заходи антикорозійного захисту.

Примітка 4. Внутрішнє заповнення повинно бути підібраним так, щоб уникнути будь-якої несумісності з іншими заходами антикорозійного захисту, що застосовуються для даного канату.

4.4 Антикорозійний захист зовнішньої частини розтягнутих елементів групи В

(1) Після завершення будівництва вживаються додаткові заходи щодо захисту від корозії із метою компенсації можливого пошкодження протикорозійного захисту та втрати цинку.

4.2 Corrosion protection of individual wires

(1) Each steel wire within group B and C tension components should be coated with either zinc or zinc alloy compound.

(2) For group B tension components zinc or zinc alloy coating for round wires should be in accordance with EN 10264-2, class A. For shaped wires coating should comply with EN 10264-3, class A.

NOTE 1: Generally Z-shaped wires are galvanized with a thicker coating thickness of up to 300g/m² to allow for a reduction in thickness on sharp corners.

NOTE 2: Wires coated with a Zn95Al5 alloy have a much improved corrosion protection than galvanizing with zinc of the same coating thickness. Round and Z-shaped wires can be coated with a Zn95Al5 basis weight.

(3) For Group C tension components, coating of wires should comply with EN 10138.

4.3 Corrosion protection of the interior of group B tension components

(1) All interior voids within cables should be filled with an active or passive inner filling that should not be displaced by water, heat or vibration.

NOTE 1: Active fillers are polyurethane-oil based with zinc dust paint.

NOTE 2: Passive inner fillers can be permanent elastic-plastic wax or aluminium flake in hydrocarbon resin.

NOTE 3: The inner filling applied during the manufacture of the tension components can extrude when the component is loaded (bleeding), so that other corrosion protection measures should be timed accordingly.

NOTE 4: The inner filling should be selected to avoid any incompatibility with the other corrosion protection measures being applied to the cable.

4.4 Corrosion protection of the exterior of group B tension components

(1) After construction additional corrosion protection measures should be applied to compensate for any damage incurred and for the loss of zinc.

Примітка. Таким захистом може бути поліетиленова ізоляція чи збагачена цинком фарба. Мінімальна товщина поліетилену повинна дорівнювати зовнішньому діаметру канату, поділеному на 15, але не менша ніж 3 мм.

Система захисту на основі фарби повинна, як мінімум, включаючи в себе:

- два ґрунтувальних шари поліуретану товщиною 50 мкм із цинковим пилом;
- два завершальних шари поліуретану товщиною 125 мкм із слюдою, що містить в собі залізо.

(2) Ванти із нержавіючого дроту і кінцеві муфти із нержавіючої сталі без додаткового захисту від корозії мають відповідати певному класу корозійної стійкості.

Примітка 1. Національний додаток може установлювати класи корозійної стійкості для нержавіючої сталі.

Примітка 2. Дріт з покриттям із сплаву Zn95Al5 забезпечує в ідентичних умовах в 3 рази кращу опірність корозії ніж покриття із більшим вмістом лише одного цинку.

4.5 Захист від корозії розтягнутих елементів групи С

(1) Розтягнуті елементи групи С звичайно замикають в захисну оболонку із сталеві або поліетиленові трубки, яка задовольняє вимоги відповідних стандартів, а простір між внутрішньою поверхнею заповнюють сумішшю з антикорозійними властивостями або рідким цементним розчином.

(2) Як альтернатива може бути використана поліетиленова оболонка, сформована безпосередньо на канаті, або епоксидне покриття, нанесене поверх окремих пасом або вант.

(3) Оболонки, що використовуються для захисту вант, мають бути виконані непроникними в місцях з'єднань їх із кінцевими для кріплення до конструкції. Місця кріплень повинні бути сконструйованими так, щоб не з'являлися на них розриви у випадках, коли оболонка підлягає дії зусиль розтягу.

(4) Пустоти мають бути заповненими суцільним водонепрохідним матеріалом, що не чинить шкідливих дій на розтягвані елементи. Як альтернатива канати мають бути захищеними шляхом циркуляції під оболонкою сухого повітря.

NOTE: This protection may consist of polyethylene sheathing or zinc rich paint. The minimum thickness of polyethylene should be equal to the outer rope diameter divided by 15 and should not be less than 3 mm.

The paint system should comprise a minimum of:

- 2×50 μm polyurethane with zinc dust prime coats;
- 2×125 μm polyurethane with iron mica finishing coats.

(2) Cables with stainless steel wires and stainless steel terminations without additional corrosion protection should comply with the relevant corrosion resistance class.

NOTE 1: The National Annex may specify the corrosion resistance classes for stainless steel.

NOTE 2: Zn95Al5-coated wires provide up to 3 times better resistance compared with heavy zinc coated wires under identical conditions.

4.5 Corrosion protection of group C tension components

(1) Group C tension components should normally be sheathed using steel or polyethylene tube complying to relevant standards with the space between the inside of the sheath and the cable filled with a suitable corrosion protection compound or cement grout.

(2) Alternatively polyethylene sheathing extruded directly or epoxy coating over the individual strands or cables may be used.

(3) The sheaths used for the cables should be made impermeable at the connections to the anchorages. The joints should be designed so that they do not break, when the sheath is subjected to tension.

(4) Voids should be filled with continuous hydrophobic materials with no detrimental effects on the tension components. Alternatively, the cable may be protected by circulation of the dry air within the sheath.

Примітка 1. Суцільні водонепроникні матеріали бувають м'якими наповнювачами (мастила, віск або м'який полімер) або твердими (цемент). Придатність наповнювачів повинна бути встановлена шляхом випробувань. Перелік прийнятих наповнювачів може бути вказаний у Національному додатку.

Примітка 2. Захист від корозії несучих вант висячих мостів потребує спеціального підходу. Після обтиснення канату несучої ванти до певного поперечного перерізу його щільно обертають із натягненням м'яким дротом з гальванічним покриттям, що накладається на шар захисної пасти, достатній для повного заповнення порот між дротами зовнішнього шару ванти та обмотувального дроту. Після видалення надлишків пасти з зовнішньої сторони обмотувального дроту покриття гальванічним цинком поверхня зачищається і фарбується. Особливого відношення потребують місця кріплень вант висячих мостів, де обмотувальний дріт відсутній. Розповсюдженим способом захисту є сушіння навколо пасом канату.

4.6 Захист від корозії в місцях з'єднань

(1) Повинні бути вжиті заходи застереження для того, щоб запобігати попаданню дощової води, що збігає по ванті, в затискачі, сідла і місця анкерування.

(2) Місця кріплень вант до конструкції мають бути загерметизовані.

5 КОНСТРУКЦІЙНИЙ РОЗРАХУНОК

5.1 Загальні положення

(1) Розрахунок виконується за граничним станом для таких розрахункових ситуацій:

- 1) перехідна фаза будівництва;
- 2) тривалі умови експлуатації після завершення будівництва.

5.2 Перехідна фаза будівництва

(1) Процес будівництва, що включає виготовлення, попередній натяг і геометричну схему споруди, необхідно планувати так, щоб забезпечити досягнення таких станів:

- геометрична схема споруди, що вимагається;
- розподілення постійно діючих зусиль так, щоб вони задовольняли вимогам експлуатаційної придатності несучої здатності для всіх граничних розрахункових ситуацій конструкції.

(2) Для контролю відповідності заходам, здійснюваним протягом всього процесу будівництва

NOTE 1: Continuous hydrophobic materials are soft fillers, such as grease, wax or soft resin, or hard fillers, such as cement. The suitability of the fillers should be proved by tests. The choice of the acceptable fillers may be specified in the National Annex.

NOTE 2: Corrosion protection of main cables of suspension bridges requires a special approach. After compacting the main cable into the required cross-sectional area the cable is closely wrapped with tensioned galvanized soft wire laid in a suitable paste sufficient to fill completely the voids between the outer cable wires and the wrapping wire. After removal of the surplus paste from outside of the wrapping wire the zinc-coated surface is cleaned and painted. Special treatment is required for suspension bridge cable anchorages where the wrapping wire is removed. Dehumidification of the air around the wires is a common method of protection.

4.6 Corrosion protection at connections

(1) Provision should be made to prevent rainwater running down the cable from entering the clamps, saddles and anchorages.

(2) Cable structure connections should be sealed.

5 STRUCTURAL ANALYSIS

5.1 General

(1) The analysis shall be carried out for the limit states considered for the following design conditions:

1. the transient construction phase
2. the persistent service conditions after completion of construction.

5.2 Transient construction phase

(1) The construction process including forming cables, pre-stressing and the geometry of the structure should be planned such that the following conditions are attained:

- the required geometric form
- a permanent stress distribution that satisfies the serviceability and ultimate limit state conditions for all design situations.

(2) For compliance with control measures throughout the entire construction process (e.g.

(тобто вимірюванням зовнішніх розмірів, схилів, деформацій, частот і сил від будь-яких можливих дій), всі розрахунки повинні здійснюватися з урахуванням постійних навантажень, деформацій та інших дій.

(3) Там, де граничні стани за несучою здатністю під час попереднього натягу контролюються диференційованими діями гравітаційних сил G і попереднього натягу P , частковий коефіцієнт безпеки γ_{Fi} , що використовується для P_i , повинен бути визначений для даного конкретного стану.

Примітка. У Національному додатку можуть бути вказані $\gamma_{Pi} = 1,00$.

5.3 Постійні розрахункові ситуації під час експлуатації конструкцій

(1) Для будь-якої постійної розрахункової ситуації в процесі експлуатації постійні дії G від сил тяжіння і попереднє навантаження або попередній натяг P повинні бути об'єднанні в постійну дію $G + P$, яка відповідає постійній зовнішній геометрії споруди.

(2) Для перевірки граничних станів експлуатаційної придатності дія $G + P$ повинна бути включена в відповідну комбінацію навантажень. Для перевірки граничного стану за несучою здатністю EQU або STR (див. EN 1990) постійні дії $G + P$ повинні бути помножені на частковий коефіцієнт безпеки γ_{Gsup} , якщо вплив постійної дії і змінних дій виявляється несприятливим. Якщо постійні дії $G + P$ виявляються сприятливими, то вони повинні бути помножені на частковий коефіцієнт безпеки γ_{Ginf} .

Примітка. В Національному додатку можуть наводитися вказівки на те, в яких випадках за межею області використання EN 1993 може бути застосований частковий коефіцієнт безпеки γ_G для $G + P$.

(3) Якщо в процесі експлуатації нелінійні дефекти внаслідок деформацій елементів виявляються значними, то ці ефекти повинні бути враховані при розрахунках, див. 5.4.

5.4 Нелінійні ефекти при врахуванні деформації

5.4.1 Загальні положення

(1) При розрахунку конструкцій повинні бути враховані ефекти деформацій від ланцюгових ефектів, а також укорочення і подовження внаслідок повзучості.

measurements of shape, gradients, deformations, frequencies or forces) all calculations should be carried out using characteristic values of permanent loads, imposed deformations and any imposed actions.

(3) Where ultimate limit states during pre-stressing are controlled by the differential effects of gravity loads "G" and prestress "P", the partial factor P to be applied to "P" should be defined for that situation.

NOTE: The National Annex may define γ_P , the value of $\gamma_P = 1,00$ is recommended.

5.3 Persistent design situation during service

(1) For any persistent design situation during the service the permanent actions "G" from gravity and preloads or prestressing "P" should be combined in a single permanent action "G + P" corresponding to the permanent shape of the structure.

(2) For the verification of the serviceability limit states the action "G + P" should be included in the relevant combination of action. For the verification of the ultimate limit state EQU or STR (see EN 1990) the permanent actions "G + P" should be multiplied by the partial factor γ_{Gsup} , when the effects of permanent action and of variable actions are adverse. If the permanent actions "G + P" are favourable they should be multiplied by the partial factor γ_{Ginf} .

NOTE: The National Annex may give guidance where outside the scope of EN 1993 the partial factor γ_G to "G + P" may be used.

3) When nonlinear action effects from deformations are significant during service these effects should be taken into account, see 5.4.

5.4 Non-linear effects from deformations

5.4.1 General

(1) The effects of deformations from catenary effects and the shortening and lengthening of the components including the effects due to creep should be taken into account.

5.4.2 Ланцюгові ефекти

(1) Ланцюгові ефекти можуть братися до уваги шляхом використання модуля E_t для кожної ванти або її сегмента

$$E_t = \frac{E}{1 + \frac{w^2 l^2 E}{12\sigma^3}}, \quad (5.1)$$

де E – модуль пружності ванти, Н/мм²;

w – погонна вага, що приймається за таблицею 2.2, Н/мм³;

l – довжина ванти, мм;

σ – напруження в ванті, Н/мм², для станів, вказаних в 5.3, приймається σ_{G+P} .

5.4.3 Вплив деформацій на конструкцію

(1) В розрахунках другого порядку (урахування деформаційної геометрії конструкції) ефекти змінних навантажень повинен враховувати початкову деформовану геометричну форму конструкції від постійного навантаження для даної температури T_0 .

(2) Для розрахунків другого порядку при оцінці граничних станів експлуатаційної придатності ці ефекти повинні визначатися з використанням характеристичного сполучення навантажень. Цей вплив може бути використаний для перевірки граничних станів за несучою здатністю згідно з 7.2.

(3) В розрахунках другого порядку для оцінки нелінійної поведінки конструкції (нелінійна реакція конструкції) при визначенні граничного стану за несучою здатністю постійна геометрична форма конструкції при початковій температурі T_0 повинна прийматися в комбінаціях навантажень $\gamma_G (G+P)$. Розрахункові значення змінних дій $\gamma_Q Q_{k1} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k2}$ можуть прийматися із відповідними допусками на недосконалість конструкції.

Примітка. Для визначення γ_G див. 5.3 (2).

5.4.2 Catenary effects

(1) Catenary effects may be taken into account by using the effective modulus E_t to each cable or its segment:

E is the modulus of elasticity of the cable in N/mm²

w is the unit weight according to Table 2.2 in N/mm³

l is the horizontal span of the cable in mm

σ is the stress in the cable in N/mm². For situations according to 5.3 it is σ_{G+P} .

5.4.3 Effects of deformations on the structure

(1) For the 2nd order analysis the action effects due to variable loads should take into account the initial geometrical form of the structure due to the permanent loading "G+P" for a given temperature T_0 .

(2) For the 2nd order analysis at serviceability limit state the action effects should be determined using the characteristic load combination. These action effects may also be used for ultimate limit state verifications according to 7.2.

(3) For 2nd order analysis for the non-linear behaviour of structures (over-linear structural response) at the ultimate limit state the required permanent geometrical form of the structure at the reference temperature T_0 , should be combined with the stresses due to " $\gamma_G (G+P)$ ". Design values of the variable actions $\gamma_Q Q_{k1} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k2}$ may be applied together with the appropriate assumptions for the imperfection of the structure.

NOTE: For γ_G see 5.3(2).

6 ГРАНИЧНІ СТАНИ ЗА НЕСУЧОЮ ЗДАТНІСТЮ

6.1 Системи з розтягнутими стрижнями

(1) Системи із розтягнутими стрижнями повинні бути розраховані із урахуванням граничних станів за несучою здатністю згідно з EN 1993-1-4 в залежності від марок сталі, що використовується.

6.2 Попередньо напружені стрижні та складові елементи системи груп В і С

(1) Р Для граничного стану за несучою здатністю міцності повинна виконуватись умова

$$\frac{E_{Ed}}{F_{Rd}} \leq 1, \quad (6.1)$$

де F_{Ed} – розрахункове значення основного зусилля, що діє на канати;

F_{Rd} – розрахунковий опір розтягу.

(2) Розрахунковий опір розтягу F_{Rd} приймається за формулою:

$$F_{Rd} = \min \left\{ \frac{F_{uk}}{1,5\gamma_R}; \frac{F_k}{\gamma_R} \right\}, \quad (6.2)$$

де F_{uk} – нормативне значення розривного зусилля;

F_k – характеристичне значення умовної границі текучості граничного зусилля розтягнутого елемента згідно з таблицею 6.1

γ_R – частковий коефіцієнт безпеки.

6 ULTIMATE LIMIT STATES

6.1 Tension rod systems

(1) Tension rod systems should be designed for the ultimate limit state according to EN 1993-1-1 or EN 1993-1-4 depending on the type of steel used.

6.2 Pre-stressing bars and group B and C components

(1) P For the ultimate limit state it shall be verified that

where F_{Ed} is the design value of the axial rope force

F_{Rd} is the design value of the tension resistance.

(2) The design value of the tension resistance F_{Rd} should be taken as follows:

where F_{uk} is the characteristic value of the breaking strength,

F_k is the characteristic value of the proof strength of the tension component as given in Table 6.1;

γ_R is the partial factor.

Таблиця 6.1 – Умовна границя текучості розтягнутого елемента

Table 6.1 – Proof strength of tension components

Група Group	Відповідний стандарт Relevant standard	Умовна границя текучості F_k Proof strength F_k
A	EN 10138-1	$F_{0,1k}$ *)
B	EN 10264	$F_{0,2k}$
C	EN 10138-1	$F_{0,1k}$

*) Для попередньо напружених станів див. EN 1993-1-1 і EN 1993-1-4

*) For prestressing bars see EN 1993-1-1 and EN 1993-1-4

Примітка 1. F_{uk} відповідає нормативному значенню максимальної міцності на розтяг.

Примітка 2. Перевірка F_k гарантує, що цей елемент залишається гнучким, коли дії досягнуть їх розрахункового значення. Для елементів (наприклад, канати із повністю закритим звиванням, де $F_k \geq F_{uk} / 1,5$, ця перевірка не потрібна.

NOTE 1: F_{uk} corresponds to the characteristic value of the ultimate tensile strength.

NOTE 2: The check against F_k ensures that the component will remain elastic when the actions attain their design value. For components (e.g. fully locked coil ropes) where $F_k \geq F_{uk} / 1,5$ this check is not required.

Примітка 3. За результатами випробувань при доставці вказується, що експериментальні показники F_{uke} і F_{ke} задовольняють вимозі:
 – $F_{uke} > F_{uk}$;
 – $F_{ke} > F_k$.
 Див. EN 12385, частина 1.

Примітка 4. Частковий коефіцієнт безпеки γ_R може бути вказаний у Національному додатку. Його значення залежить від того, приймаються або ні заходи до кінцевиків вант, щоб зменшити згинальні елементи від їх скручення, див. 7.1. Значення γ_R в таблиці 6.2 мають рекомендаційний характер.

Таблиця 6.2 – Значення γ_R , що рекомендуються

Table 6.2 – Recommended γ_R values

Заходи щодо зменшення згинальних напружень в місцях закріплення Measures to minimize bending stresses at the anchorage	γ_R
Так Yes	0,90
Ні No	1,00

(3) Для попередньо напружених стрижнів і розтягнутих елементів групи С нормативне значення міцності на розрив визначається за формулою

$$F_{uk} = A_m f_{uk}, \quad (6.3)$$

де A_m – площа поперечного перерізу металеві частини, див. 2.3.1;

f_{uk} – характеристичне значення міцності на розрив стрижнів дроту або попередньо напружених пасом згідно з відповідним стандартом.

(4) Для розтягнутих елементів групи В F_{uk} визначається так:

$$F_{uk} = F_{\min} k_e, \quad (6.4)$$

де k_e – коефіцієнт втрат, наведений в таблиці 6.3 для деяких типів кінцевих за тискачів (муфт);

F_{\min} – визначається згідно з EN 12385-2:

$$F_{\min} = \frac{Kd^2 R_r}{1000}, \text{ кН} \quad (6.5)$$

де K – мінімальний коефіцієнт впливу на розрив, беручи до уваги втрати при звиванні;

d – номінальний діаметр каната, мм;

R_r – марка каната, Н/мм².

Примітка. k , d , R_r вказані для всіх канатів згідно з EN 12385-2.

NOTE 3: By tests on delivery it is demonstrated that the experimental values F_{uke} and F_{ke} satisfy the requirement

$$- F_{uke} > F_{uk};$$

$$- F_{ke} > F_k.$$

see EN 12385, Part 1.

NOTE 4: The partial factor γ_R may be specified in the National Annex. The value is dependent on whether or not measures are applied at the rope ends to reduce bending moments from cable rotations, see 7.1(4). The values for γ_R in Table 6.2 are recommended.

(3) For prestressing bars and group C tension components the characteristic value of the breaking strength should be determined from:

where A_m is the metallic cross-section, see 2.3.1;

f_{uk} is the characteristic value of the tensile strength of bars, wires or (prestressing) strands according to the relevant standard.

(4) For group B tension components F_{uk} should be calculated as:

k_e is the loss factor given in Table 6.3 for some types of and terminations.

where F_{\min} is determined according to EN 12385-2 as:

where K is the minimum breaking force factor taking account of the spinning loss;

d is the nominal diameter of the rope in mm;

R_r is the rope grade in N/mm².

NOTE: K , d , R_r are specified for all ropes in the EN 12385-2.

Таблиця 6.3 – Коефіцієнт втрат k_e

Table 6.3 – Loss factors k_e

Тип затискача Type of termination	Коефіцієнт втрат k_e Loss factor k_e
Канатний замок, ущільнений металом Metal filled socket	1,0
Канатний замок, ущільнений полімером/емаллю Resin filled socket	1,0
Петля із обпресованою муфтою Ferrule-secured eye	0,9
Штампований замок Swaged socket	0,9
U – подібний болтовий затискач U-bolt grip	0,8 ^{*)}

^{*)} Для U – подібного болтового затискача можливе значення попереднього натягу
^{*)} For U-bolt grip a reduction of preload is possible.

6.3 Сідла

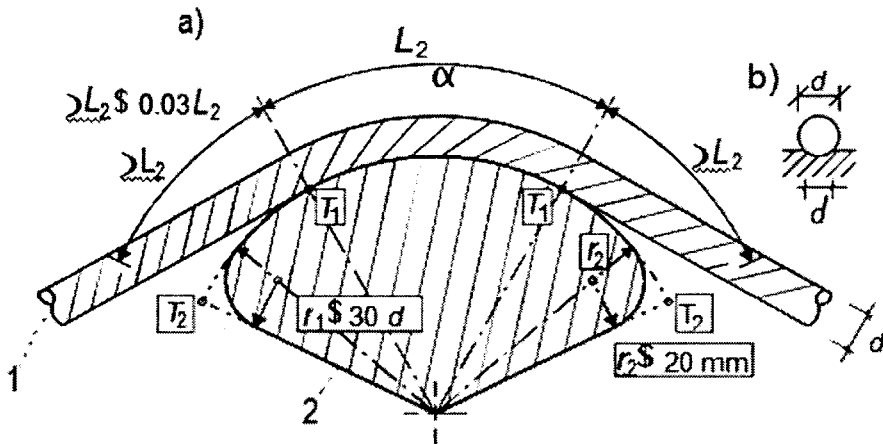
6.3.1 Геометричні умови

(1) На рисунку 6.1, а також в (2) і (3) наведені геометричні вимоги, коли напруженнями внаслідок кривизни дроту в розрахунку можна знехтувати

6.3 Saddles

6.3.1 Geometrical conditions

(1) Where the saddle proportions meet the requirements given in Figure 6.1, (2) and (3), stresses due to curvature of wires may be neglected in the design.



Позначки:

1 – пасмо/канат;

2 – сідло;

L_2 – довжина пасма/каната між двома теоретичними тангенціальними дотичними точками T_1 при найбільш несприятливому характерному сполученні навантажень і ланцюгових ефектів;

ΔL_2 – додаткова дуга обхвату;

Key:

1 strand/rope

2 saddle

L_2 length of strand/rope between the two theoretical tangent points T_1 under the most unfavourable characteristic combination of loads and the catenary effects

ΔL_2 additional length of wrap

Рисунок 6.1 – Укладання пасма/каната по сідлу
 Figure 6.1 – Bedding of a strand/rope over a saddle

Примітка. Відповідність вимогам (1) приводить до зниження опору на розрив пасма і канату не більше 3%.

(2) Радіус сідла r_1 повинен бути не меншим ніж більша з двох величин: $30d$ або $r_1 \geq 400\varnothing$;

де \varnothing – діаметр дроту;

d – діаметр вант.

d' – ширина контакту.

(3) Значення r_1 , може бути зменшено до $20d$, якщо основа канату не менше ніж на 60 % діаметра покрита м'яким металом або цинковим напиленням товщиною 1 мм.

(4) Менші радіуси можуть бути використані для спіральних канатів, якщо це підтверджується випробуваннями.

Примітка. Точки сідла T_1 і T_2 повинні бути визначені для відповідних випадків навантаження, беручи до уваги рух опор і вант.

6.3.2 Проковзування вант у сідлах

(1) Щоб запобігати проковзуванню, необхідне виконання таких умов

$$\max \left\{ \frac{F_{Ed1}}{F_{Ed2}} \right\} \leq e^{\left\{ \frac{\mu\alpha}{\gamma_{M,fr}} \right\}}, \quad (6.6)$$

де F_{Ed1} і F_{Ed2} – розрахункові значення максимального і мінімального зусилля відповідно на кожній стороні вант;

μ – коефіцієнт тертя між вантою і сідлом;

α – кут вант, що проходить через сідло, рад;

$\gamma_{M,fr}$ – частковий коефіцієнт безпеки для опору тертю.

Примітка. Частковий коефіцієнт безпеки $\gamma_{M,fr}$ може бути вказаним в Національному додатку. Значення, що рекомендується, $\gamma_{M,fr} = 1,65$.

(2) Якщо умова (1) не задовольняється, необхідно передбачити тискачі для виникнення додаткової радіальної сили тискача F_r , щоб

$$\frac{F_{Ed1} - \frac{kF_r\mu}{\gamma_{M,fr}}}{F_{Ed2}} \leq e^{\left\{ \frac{\mu\alpha}{\gamma_{M,fr}} \right\}}, \quad (6.7)$$

де k – звичайно дорівнює 2,0, якщо має місце повне тертя між пазами/канавками сідла і тискачем, та F_r не перевищує опір вант силам тискача, див.6.3.3, інакше $k = 1$;

$\gamma_{M,fr}$ – частковий коефіцієнт безпеки для опору тертя.

NOTE: Compliance with the requirements in (1) above will result in the breaking resistance of the strand and rope being reduced by not more than 3 %.

(2) The radius r_1 of the saddle should not be less than the greater of $30d$ or $r_1 \geq 400\varnothing$, where

\varnothing is the diameter of wire;

d is the diameter of the cable;

d' is the contact width

(3) The value of r_1 may be reduced to $20d$ when the bedding of the rope on at least 60% of the diameter is coated with soft metal or zinc spray with a minimum thickness of 1 mm.

(4) Smaller radii may be used for spiral ropes where justified by tests.

NOTE: The locations of T_1 and T_2 should be determined for the relevant load cases taking into account the movements of bearings and cables.

6.3.2 Slipping of cables over saddles

(1) To prevent slippages the following condition should be met:

Where F_{Ed1} and F_{Ed2} are the design values of the maximum and minimum force respectively on either side of the cable;

μ is the coefficient of friction between cable and saddle;

α is the angle in radians, of the cable passing over the saddle;

$\gamma_{M,fr}$ is the partial factor for friction.

NOTE: The partial factor $\gamma_{M,fr}$ may be given in the National Annex. The value $\gamma_{M,fr} = 1,65$ is recommended.

(2) If (1) is not satisfied, clamps should be provided to impart an additional radial clamping force F_r such that

where k is normally as 2,0 where there is full friction developed between the saddle grooves and the clamp and F_r does not exceed the resistance of the cable to clamping forces, see 6.3.3, other $k = 1,0$

$\gamma_{M,fr}$ is the partial factor for friction resistance.

(3) При визначенні F_r від попередньо напружених болтів повинні бути розглянуті такі впливи:

- a) тривала повзучість;
- b) зменшення діаметра, якщо збільшується натяг;
- c) стиснення ванти або овальність;
- d) зменшення попереднього навантаження в болтах хомутів зовнішніми силами;
- e) різниця температур.

6.3.3 Поперечний тиск

(1) Р Поперечний тиск q_{Ed} внаслідок радіальної сили затискача F_r повинен бути обмеженим до

$$\frac{q_{Ed}}{d_{Rd}} \leq 1, \quad (6.8)$$

де

where

$$q_{Ed} = \frac{F_r}{d L_2},$$

та

$$0,6d \leq d' \leq d$$

(d' – див. рис. 6.1 b);

тут q_{Rk} – граничне значення тиску в поперечному перерізі, яке має бути визначеним згідно з результатами випробувань;

$\gamma_{M,bed}$ – частковий коефіцієнт безпеки.

Примітка. Для розрахунку q_{Rd} тиск від F_{Ed1} не потребує розгляду, бо це вже наведено в 6.3.1.

(2) За відсутності даних випробувань граничні значення тиску в поперечному перерізі q_{Rk} приймають за таблицею 6.4

Таблиця 6.4 – Граничні значення q_{Rk}

Table 6.4 – Limiting values q_{Rk}

Тип ванти Type of cable	q_{Rk} , Н/мм ² q_{Rk} [N/mm ²]	
	Сталеві муфти і сідла Steel clamps and saddles	Амортизаційні затискачі/муфти та сідла Cushioned clamps and saddles
Канат із повністю закритим звиванням Fully locked coil rope	40	100
Канат спіраль-но-пасмовий Spiral strand rope	25	60

(3) In determining F_r from preloaded bolts the following effects should be considered:

- a) long term creep;
- b) reduction of diameter if tension is increased;
- c) compaction/bedding down of cable or ovalisation;
- d) reduction of preload in clamp bolts by external forces;
- e) differential temperature.

6.3.3 Transverse pressure

(1) P The transverse pressure q_{Ed} due to the radial clamping force F_r shall be limited to

q_{Rk} is the limiting value of the transverse pressure which shall be determined from tests;

$\gamma_{M,bed}$ is the partial factor.

NOTE: For calculating q_{Rd} the pressure from F_{Ed1} need not be considered as it is covered by the rules in 6.3.1.

(2) In the absence of tests the limiting values of the transverse pressure q_{Rk} should be obtained from Table 6.4.

Примітка 1. Використання граничних значень q_{Rk} при $\gamma_{M,bed} = 1,0$ повинно привести до зменшення не більше ніж на 3 % міцності на розрив ванті.

Примітка 2. Затискачі повинні мати захисний шар м'якого металу або напиленого цинкового покриття мінімальної товщини 1 мм.

6.3.4 Проектування сідел

(1) Сідла розраховують на зусилля в ванті, яке дорівнює добутку коефіцієнта k на розривне зусилля F_{uk} канатів.

Примітка. Коефіцієнт k може бути вказаним у Національному додатку; значення, що рекомендується, $k = 1,10$.

6.4 Затискачі

6.4.1 Проковзування затискачів

(1) Якщо затискачі передають поздовжнє зусилля на ванті, а механічні частини не скріплені разом (рисунок 6.2), проковзування запобігається перевіркою

$$F_{Ed\parallel} \leq \frac{(F_{Ed\perp} + F_r) \mu}{\gamma_{M,fr}}, \quad (6.9)$$

де $F_{Ed\parallel}$ – компонент зовнішнього розрахункового навантаження, паралельного ванті;

$F_{Ed\perp}$ – компонент зовнішнього розрахункового навантаження, перпендикулярно до напрямку ванті;

F_r – радіальна сила затискача, яка може бути зменшена до 0;

μ – коефіцієнт тертя;

$\gamma_{M,fr}$ – частковий коефіцієнт безпеки для опору тертю.

Примітка 1. Частковий коефіцієнт безпеки $\gamma_{M,fr}$ може бути вказаний у Національному додатку; значення, що рекомендується, $\gamma_{M,fr} = 1,65$.

Примітка 2. F_r може бути збільшена або зменшена зовнішніми зусиллями згідно з характером їх прикладення до затискача ванті.

6.4.2 Поперечний тиск

(1) Поперечний тиск у зв'язку із тим, що може бути вжита більша із величини $F_{Ed\perp}$ або $F_{Ed\perp} + F_r$ повинен задовольняти вимогам 6.3.3.

6.4.3 Проектування заскачів

(1) Затискачі та з'єднувальні елементи (наприклад, підвіски до несучої ванті) розраховуються на теоретично розраховане зусилля, яке дорівнює добутку коефіцієнта 1,15 на нормативне значення граничного зусилля F_k розрахованих допоміжних елементів (див. рисунок 6.2).

NOTE 1: The use of the limiting values q_{Rk} with $\gamma_{M,bed} = 1,00$ should lead to a reduction of not more than 3 % of the breaking strength of the cable.

NOTE 2: Cushioned clamps should have a layer of soft metal or sprayed zinc coating with a minimum thickness of 1 mm.

6.3.4 Design of saddles

(1) Saddles should be designed for a cable force of k times the characteristic breaking strength F_{uk} of the cables.

NOTE: The factor k may be specified in the National Annex. The value of $k = 1,10$ is recommended.

6.4 Clamps

6.4.1 Slipping of clamps

(1) Where clamps transmit longitudinal forces to a cable and the parts (see Figure 6.2) are not mechanically keyed together, slipping shall be prevented by verifying

where $F_{Ed\parallel}$ is the component of external design load parallel to the cable;

$F_{Ed\perp}$ is the component of the external design load perpendicular to the cable;

F_r is the radial clamping force considered that may be reduced by items in 0(3);

μ is the coefficient of friction;

$\gamma_{M,fr}$ is the partial factor for friction.

NOTE 1: The partial factor $\gamma_{M,fr}$ may be specified in the National Annex. $\gamma_{M,fr} = 1,65$ is recommended.

NOTE 2: F_r may be increased or reduced by external forces according to the manner in which they are applied to the cable clamp.

6.4.2 Transverse pressure

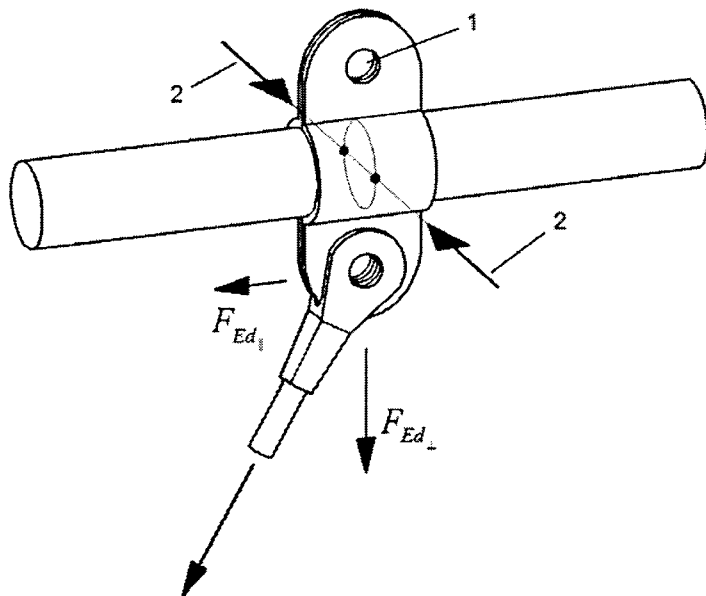
(1) The transverse pressure due to the application of the greater of $F_{Ed\perp}$ or $F_{Ed\perp} + F_r$ should meet the requirements of 6.3.3.

6.4.3 Design of clamps

(1) Clamps and their fittings connecting components such as hangers to a main cable should be designed for a notional force equal to 1,15 times the proof force F_k of the secondary components clamped, see Figure 6.2.

Примітка. F_k не має прямого зв'язку із граничним станом за несучою здатністю (ULS). При використанні F_k виконується вичерпне проектування.

NOTE: F_k is not directly related to ULS. By the use of F_k capacity design is applied.



Позначки:

- 1 – отвір для попередньо натягнутих болтів;
- 2 – радіальна сила затискача F_r від попереднього натягу болтів.

Key:

- 1 hole for preloaded bolts
- 2 preload F_r from preloaded bolts

Рисунок 6.2 – Затискач
Figure 6.2 – Clamp

7 ГРАНИЧНІ СТАНИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ПРИДАТНОСТІ

7 SERVICEABILITY LIMIT STATES

7.1 Критерії експлуатаційної придатності

7.1 Serviceability criteria

(1) Враховуються такі критерії до експлуатаційної придатності:

(1) The following serviceability criteria should be considered.

- 1) деформації або вібрації;
- 2) пружні умови режиму роботи.

- 1. Deformations or vibrations;
- 2. Elastic service conditions.

Примітка 1. Обмеження по деформаціях або вібраціях пов'язані із необхідністю нормування жорсткості конструкційної схеми, розмірів і попереднього натягу розтягнутих високоміцних елементів, а також величини опору проковзуванню кріплень.

NOTE 1: Limits for deformations or vibrations may result in a stiffness requirement governed by the structural system, the dimensions and the preloading of high strength tension components, and by the slipping resistance of attachments.

Примітка 2. Обмеження щодо збереження пружної роботи і довговічності пов'язані із максимальними і мінімальними зусиллями (напруженнями) для сполучень навантажень, суттєвих для придатності до нормальної експлуатації.

NOTE 2: Limits to retain elastic behaviour and durability are related to maximum and minimum values of stresses for serviceability load combinations.

(2) Напруження вигину в зоні кріплення можуть бути зменшені відповідними заходами (наприклад, неопреновими підкладками для поперечного навантаження).

(2) Bending stresses in the anchorage zone may be reduced by suitable measures (e.g. neoprene pads for transverse loading).

7.2 Граничні напруження

(1) Граничне напруження може бути вказано для розрахункових комбінацій навантажень з такими цілями:

- утримання напружень в межах пружних деформацій для відповідних ситуацій конструкцій на стадіях будівництва і під час експлуатації;
- обмеження деформацій, щоб запобігти можливому негативному впливу на заходи захисту від корозії, тобто розтріскуванню оболонок, твердінню наповнювачів, розкриттю стиків тощо, а також урахуванню неточності в розрахунках на втому;
- перевірок на ULS (граничних станів за несучою здатністю) від лінійних та нелінійних реакцій на дії.

(2) Граничні напруження залежать від міцності на розрив, див. формулу (6.3).

$$\sigma_{uk} = \frac{F_{uk}}{A_m}, \quad (7.1)$$

Примітка 1. Національний додаток може вказувати значення граничних напружень f_{const} і f_{SLS} . Значення граничних напружень, що рекомендуються, для стадії будівництва f_{const} наведені в таблиці 7.1 та граничних напружень для умов експлуатації f_{SLS} – в таблиці 7.2.

Примітка 2. Граничні напруження визначають за формулою

$$f_{const} = \frac{\sigma_{uk}}{1,50 \gamma_R \gamma_F} = \frac{0,66 \sigma_{uk}}{\gamma_R \gamma_F}, \quad (7.2)$$

при

$\gamma_R \gamma_F = 1,0 \times 1,10 = 1,10$ – для короткотривалих станів;

$\gamma_R \gamma_F = 1,0 \times 1,20 = 1,20$ – для довготривалих станів.

Примітка 3. Граничні напруження визначають за формулою

$$f_{SLS} = \frac{\sigma_{uk}}{1,50 \gamma_R \gamma_F} = \frac{0,66 \sigma_{uk}}{\gamma_R \gamma_F}, \quad (7.3)$$

$\gamma_R \gamma_F = 0,9 \times 1,48 = 1,33$ – з урахуванням напружень від вигину;

$\gamma_R \gamma_F = 1,0 \times 1,48 = 1,48$ – без урахування напружень від вигину.

де $\gamma_F = \gamma_Q = 1,50 \approx 1,48$

7.2 Stress limits

(1) Limiting stress may be specified for the characteristic load combination for the following purposes:

- to keep stresses in the elastic range for the relevant design situations during construction and in the service phase;
- to limit strains such that corrosion control measures are not affected, i.e. cracking of sheaths, hard fillers, opening of joints etc., and also to cater for uncertainty in the fatigue design;
- ULS verifications for linear and sub-linear structural response to actions.

(2) Stress limits should be related to the breaking strength as follows see equation (6.3)

NOTE 1: The National Annex may give values for stress limits f_{const} and f_{SLS} . Recommended values for stress limits f_{const} are given in Table 7.1 for the construction phase and for stress limits f_{SLS} in Table 7.2 for service conditions.

NOTE 2: The stress limits follow from

with

$\gamma_R \gamma_F = 1,0 \times 1,10 = 1,10$ for short term situations

$\gamma_R \gamma_F = 1,0 \times 1,20 = 1,20$ for long term situations

NOTE 3: The stress limits follow from

$\gamma_R \gamma_F = 0,9 \times 1,48 = 1,33$ with bending stresses

$\gamma_R \gamma_F = 1,0 \times 1,48 = 1,48$ without bending stresses

where $\gamma_F = \gamma_Q = 1,50 \approx 1,48$

Примітка 4. Граничне напруження $f_{SLS} = 0,45\sigma_{uk}$ використовують для випробовувань, див. додаток А.

NOTE 4: The stress limit $f_{SLS} = 0,45\sigma_{uk}$ is used for testing, see Annex A.

Таблиця 7.1 – Граничні напруження для стадії будівництва f_{const}

Table 7.1 – Stress limits f_{const} for the construction phase

Стадія монтажу Stage of installation	f_{const}
При установці перших елементів протягом кількох годин First tension components for only a few hours	$0,60\sigma_{uk}$
Після установки інших елементів After instalment of other tension components	$0,55\sigma_{uk}$

Таблиця 7.2 – Граничні напруження для умов експлуатації

Table 7.2 – Stress limits f_{SLS} for service conditions

Умови навантаження Loading conditions	f_{SLS}
Розрахунок втоми з урахуванням напружень від вигину *) Fatigue design including bending stresses *)	$0,50\sigma_{uk}$
Розрахунок втоми без урахування напружень від вигину Fatigue design without bending stresses	$0,45\sigma_{uk}$

*) Напруження вигину можуть бути зменшені локальними заходами, див. 7.1(4)
*) Bending stresses may be reduced by detailing measures, see 7.1(4).

8 ВІБРАЦІЇ ВАНТ

8 VIBRATIONS OF CABLES

8.1 Загальні відомості

8.1 General

(1) Для вант, схильних до зовнішніх впливів (наприклад, відтяжки), перевіряються будь-які вібрації, що виникають від дії вітру (під час будівництва або експлуатації), а також їх впливу на безпеку.

(1) For cables exposed externally (e.g. stay cables) any wind-induced vibrations during and after erection and their impact on safety should be checked.

(2) Аеродинамічні впливи на ванти можуть бути заподіяні:

(2) Aerodynamic forces on the cable may be caused by:

а) поштовхами (від дії турбулентності повітряного потоку);

a) buffeting (from turbulence in the air flow)

б) від вихроутворення (від вихрів Кармана в потоках повітря за вантою);

b) vortex shedding (from von Karman vortexes in the wake behind the cable)

в) галопуванням (від самоіндукції);

c) galloping (self induction)

г) поточковим галопуванням (пружно-текуча взаємодія сусідніх вант);

d) wake galloping (fluid-elastic interaction of neighbouring cables)

е) взаємодія вант з вітром та дощем.

e) interaction of wind, rain and cable

Примітка. Галопування неможливе для вант з круговим поперечним перерізом у зв'язку із симетрією. Це явище може виникнути для вант, у яких зовнішня форма змінилась через виникнення на них шарів льоду або пилу. Впливи, які викликані прогинами, перерахованими в в), г), е), є функцією

NOTE: Galloping is not possible on a cable with a circular cross-section for symmetry reasons. This phenomenon may arise with cables where apparent shapes have altered, due to formation of layers of ice or dust. Forces due to в), г) and е) are a function of the motion of the cable (feedback) and are due to the ensuing

руху вант (оборотній зв'язок) і виникають внаслідок аеропружної нестабільності, яка призводить до вібрації з великою амплітудою, що починається при деякій критичній швидкості вітру. У зв'язку з тим, що для надійного прогнозування механізм динамічного збудження не може бути змодельованим з достатньою точністю, повинні бути вжиті заходи для обмеження непередбачених вібрацій.

(3) Вібрації вант можуть бути також викликані динамічними силами, що діють на інші частини конструкції (головну балку, пілон тощо).

Примітка. Це явище часто називають параметричним збудженням і воно є відповідальним за вібрації з великою амплітудою, де власні частоти вант та всієї конструкції накладаються одна на одну.

8.2 Заходи щодо обмежень вібрації вант

(1) Конструкції, що підтримуються вантами, повинні знаходитись під моніторингом у зв'язку з вібраціями, викликаними надмірними дощовими і вітровими навантаженнями, шляхом візуального огляду або іншими способами, які дозволяють більш точно визначення їх амплітуд, режимів роботи та частот.

(2) При проектуванні конструкцій вант необхідно передбачити можливість збільшення заходів контролю за вібрацією під час будівництва і після його закінчення.

(3) Такі заходи можуть включати в себе:

- a) модифікацію поверхні вант з наданням їй аеродинамічної форми;
- b) демпфувальні пристрої;
- c) стабілізуючі вант (наприклад, кріпильні канати із відповідними з'єднувальними пристроями).

8.3 Оцінка ризиків

(1) Вібраціям вант під дією дощу і вітру треба запобігати конструктивними заходами; вони можуть включати використання вант, поверхні яких надана задана фактура.

(2) Небезпека вібрації збільшується при більшій довжині вант-відтяжок. Короткі вант-відтяжки (довжиною менше ніж приблизно 70–80 м) звичайно не завдають ніякого ризику за винятком випадку, коли внаслідок нестійкої конструкції (дефектна форма та гнучкий настил) може виникнути параметричний резонанс. Отже, для коротких вант-відтяжок гасій коливань не потрібний.

aeroelastic instability leading to vibrations of large amplitudes starting at a critical wind speed. As the mechanism of dynamic excitation cannot yet be modelled with sufficient accuracy to make reliable predictions, measures should be provided to limit unforeseen vibrations.

(3) Cable vibrations may also be caused by dynamic forces acting on other parts of the structure (girder, pylon).

NOTE: This phenomenon is often referred to as "parametric excitation" and is responsible for large amplitude vibrations where the eigen-frequency of the cable stays and the structure overlap.

8.2 Measures to limit vibrations of cables

(1) Structures supported by cables should be monitored for excessive wind and rain induced vibrations either by visual inspection or other methods that allow a more accurate determination of their amplitudes, modes and frequencies.

(2) In the design of a cable structure provisions should be made for installing vibration controlling measures during or after erection.

(3) Such measures may include:

- a) modification of cable surface (aerodynamic shape);
- b) damping devices;
- c) stabilizing cables (e.g. tie-down cables with appropriate connections).

8.3 Estimation of risks

(1) Vibration of cables due to rain and wind should be prevented by design; this can involve utilising cable stays with texturing.

(2) The risk of vibration increases with cable stay length. Short cable stays (less than about 70 m to 80 m) generally impose no risk, except that in the case of a particularly unstable structure (poorly shaped and flexible deck) parametric resonance occurs. Dampers are therefore not needed for short cable stays.

(3) Для вант-відтяжок великої довжини (>80 м) необхідно, щоб критичний коефіцієнт затухання перевищував величину 0,5%. Гасії коливань можуть бути встановлені на вантах крайніх прогонів, де малоімовірні будь-які великі зміщення місць кріплення, оскільки довжина прогону не є великою.

(4) Ризик параметричного резонансу потрібно оцінювати на стадії проектування шляхом детального вивчення можливих типів втрати стійкості конструкції і вант-відтяжок з урахуванням коефіцієнта кутових частот і зміщень місць кріплень для кожного типу.

(5) Щоб уникнути накладання частот, тобто станів, коли частота збудження Ω вант-відтяжки знаходиться в межах 20 % від частоти конструкції ω_n або $2 \omega_n$, необхідні спеціальні заходи. За необхідності стабілізуючі вант можуть бути використані для зсування модульних кутових частот вант-відтяжок.

(6) Для забезпечення безпеки і зручності користувача амплітуда вібрації повинна бути обмеженою шляхом використання такого критерію реакції, щоб при помірній швидкості вітру (15 м/с) амплітуда вібрації вант не перевищувала $L/500$, де L – довжина канату.

9 ВТОМА

9.1 Загальні відомості

(1) Втомна міцність розтягнутих елементів для класів впливів 3, 4 і 5 повинна визначатись згідно з таблицею 2.1 із використанням втомних впливів за EN 1991 і відповідної деталізованої категорії конструкції.

(2) Втомне руйнування вантов систем звичайно здійснюється в місцях кріплення сідел і затискачів. Ефективну деталізовану категорію для цих місць рекомендується визначати за випробуваннями, в яких відтворюються будь-які практично можливі згинальні впливи або поперечні напруження. Оцінка даних випробувань повинна здійснюватись згідно з EN 1990, додаток D.

9.2 Флуктуаційні осьові навантаження

(1) За відсутності деяких випробувань, описаних в 9.1 (2), криві втомної міцності і деталізовані категорії можуть бути одержані із рисунка 9.1 і таблиці 9.1 відповідно.

(3) For long cable stays with length greater than 80 m provisions should be made for the installation of dampers to ensure that the critical damping ratio exceeds 0,5 %. Dampers may be dispensed with on the back span cable stays where it is unlikely to have any major displacement of the anchorage as the span is short.

(4) The risk of parametric resonance should be assessed at the design stage by means of a detailed study of the buckling modes of the structure and cable stays, considering the ratio of angular frequencies and anchorage displacement for each mode.

(5) Measures should be taken to avoid overlapping of frequencies, i.e. situations where the cable stay's frequency of excitation Ω is within 20 % of the structure's frequency ω_n or $2 \omega_n$. If necessary, stability cables can be used to offset the modal angular frequencies of the cable stays.

(6) For users comfort and safety, the amplitude of cable stay vibration should be limited using a response criterion such that with a moderate wind velocity of 15 m/s the amplitude of cable stay vibration should not exceed $L/500$, where L is the length of the cable.

9 FATIGUE

9.1 General

(1) The fatigue endurance of tension components in exposure classes 3, 4 or 5 to Table 2.1 should be determined using the fatigue actions from EN 1991 and the appropriate category of structural detail.

(2) Fatigue failure of cable systems usually occurs at anchorages, saddles or clamps. The effective category of detail at these locations should preferably be determined from tests representing the actual configuration used and reproducing any flexural effect or transverse stresses likely to occur in practice. The test evaluation should be carried out according to EN 1990 – Annex D.

9.2 Fluctuating axial loads

(1) In the absence of the tests described in 9.1(2) above, fatigue strength curves and detail categories may be obtained from Figure 9.1 and Table 9.1, respectively.

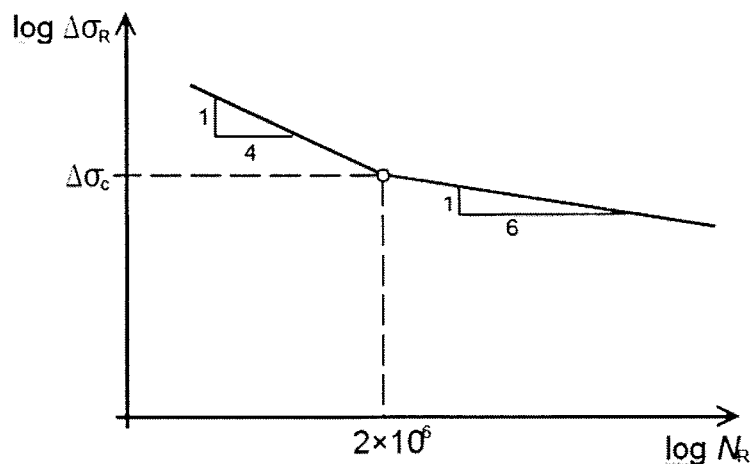


Рисунок 9.1 – Криві втомлюваної міцності для розтягнутих елементів конструкції

Figure 9.1 – Fatigue strength curves for tension components

Таблиця 9.1 – Деталізовані конструкції деталей для втомної міцності згідно з EN 1993-1-9.

Table 9.1 – Detail categories for fatigue strength according to EN 1993-1-9

Група Group	Розтягнуті елементи Tension components		Деталізована категорія, Н/мм ² Detail category $\Delta\sigma_c$ [N/mm ²]
A	1	Попередньо напружені стрижні Prestressing bars	105
B	2	Канат із повністю закритим звиванням з металевим або полімерним муфтовим з'єднанням Fully locked coil rope with metal or resin socketing	150
	3	Спіральні пасма із металевим або полімерним муфтовим з'єднанням Spiral strands with metal or resin socketing	150
C	4	Пучок із паралельних дровових пасом із епоксидним муфтовим з'єднанням Parallel wire strands with epoxy socketing	160
	5	Пучок паралельних пасом Bundle of parallel strands	160
	6	Пучок паралельних дротів Bundle of parallel wires	160

Примітка. Деталізована категорія в таблиці 9.1 відноситься до класів несприятливих впливів 3 і 4 згідно з таблицею 2.1. Для осьових і поперечних втомних дій (клас впливу 5 згідно з таблицею 2.1) необхідні додаткові захисні заходи для того, щоб звести згинальні напруження до мінімуму.

(2) Категорії деталей, наведені в (1), дійсні за таких умов:

а) ванти з муфтами відповідають основним вимогам додатка А;

NOTE: The detail categories in Table 9.1 refer to exposure classes 3 and 4 according to Table 2.1. For axial and lateral fatigue actions (exposure class 5 according to Table 2.1) additional protective measures are required in order to minimise bending stresses.

(2) The categories given in (1) are only valid when the following conditions apply:

a) cables with sockets comply with the basic requirements in Annex A;

b) конструкції вант, сідел та затискачів відповідають розділу 6;

c) значні аеродинамічні коливання вант обмежені, див. розділ 8;

d) забезпечують відповідний захист від корозії, див. розділ 4.

(3) Оцінка втоми, див. EN 1993-1-9.

b) the design of cables, saddles and clamps complies with 6;

c) large aerodynamic oscillations of cables are prevented, see 8;

d) adequate protection against corrosion is provided, see 4.

(3) For fatigue assessments see EN 1993-1-9.

ДОДАТОК А
(довідковий)

ANNEX A
[informative]

**ВИМОГИ ДО ВИРОБІВ
ДЛЯ РОЗТЯГНУТИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

**PRODUCT REQUIREMENTS
FOR TENSION COMPONENTS**

A.1 Сфера застосування

(1) В даному додатку наведені вимоги до виробів для розтягнутих елементів та їх кінцевих закріплень, які використовуються в будівлях та інженерних спорудах

(2) Вимоги базуються на специфічних аспектах використання збірних розтягнутих елементів з урахуванням умов навколишнього середовища та навантажень.

(3) Наведені наступні групи збірних розтягнутих елементів:

- Група А: розтягнуті стрижневі системи, окремі стрижні;
- Група С: пучки паралельних дротів, пучки стрижнів, пучки паралельних пасом

A.2 Основні вимоги

(1) Розтягнуті елементи повинні відповідати таким критеріям:

- 1) забезпечувати міцність та гнучкість вантової системи і її кінцевих закріплень;
- 2) бути витривалими до дії коливань від осьових навантажень, згинальних напружень кутових відхилів, ланцюгових ефектів від вітрових навантажень та дефектів монтажу;
- 3) їх поздовжня та згинальна жорсткість повинна забезпечувати стійкість вантової системи (наприклад, за допомогою гарантованого попереднього натягу);
- 4) забезпечувати захист вант і анкерних пристроїв від корозії;
- 5) стійкість до стирання в місцях контакту рухомих сталевих деталей.

(2) Кінцеві та анкерні пристрої розтягнутих елементів повинні бути запроектовані так, щоб:

- 1) несуча здатність розтягнутого елемента досягала до появи будь-якої пластичної або іншої залишкової деформації в місцях анкерування або на кожному несучому елементі;
- 2) їх розрахунковий опір утомі перевищував міцність елементів при розрахунках на втому;

A.1 Scope

1) This annex gives the product requirements for tension components and their terminations to be used for buildings and civil engineering works.

(2) The requirements are based on the specific use of the prefabricated tension component including environmental and loading conditions.

(3) The following types of prefabricated tension components are covered:

- Group A: tension rod systems, bars;
- Group C: bundle of parallel wires, bundle of bars, bundle of parallel strands.

A.2 Basic requirements

(1) Tension components should comply with the following criteria:

1. strength and ductility of the cable system and its terminations;
2. fatigue resistance due to axial load fluctuation, bending stresses, angular deviations caused by catenary effects, wind forces and erection imperfections;
3. stable condition of axial and flexural stiffness of the cable system (e.g. by guaranteed pre-stretching);
4. protection of cable and anchorages against corrosion;
5. resistance to fretting at any contact between steel parts.

(2) Terminations and anchorages of the tension components should be designed such that:

1. the ultimate resistance of the tension component would be reached before any yielding or other permanent deformation of the anchoring or any bearing elements would occur;
2. their fatigue resistance exceeds that of the components;

3) були передбачені засоби для регулювання довжини елемента, щоб були виконані вимоги щодо попереднього навантаження геометричних допусків тощо;

4) в місцях закріплення було передбачено досить рухоме з'єднання для компенсації недосконаlostей при виготовленні і монтажі;

5) мати можливість заміни розтягнутих елементів при перенацягу.

(3) Вищенаведені вимоги повинні забезпечуватись таким чином:

- відповідним підбором матеріалів для дротів пасом сталевих елементів і захисних покриттів;
- вибором форми конструкцій з врахуванням необхідних міцності, жорсткості, пластичності, довговічності та надійності при виготовленні, транспортуванні, відвантаженні та монтажі;
- контролем якості точного виконання кінцевих закріплень для забезпечення точної центрації розтягнутого елемента в умовах експлуатації.

(4) Виконання вищенаведених вимог необхідно перевіряти шляхом випробування, яке є частиною відповідної системи керування якістю.

A.3 Матеріали

(1) Всі матеріали, які використовуються, повинні задовольняти відповідним європейським технічним специфікаціям.

(2) Придатність системи захисту від корозії з виключенням надійності заповнювачів та захисних матеріалів повинна бути підтверджена відповідними випробуваннями.

Примітка. Випробування можуть підтвердити таке:
– захист від агресивного середовища (хімічні реагенти, корозійне розтріскування в результаті перенацягу, ультрафіолетового випромінювання);
– водонепроникність (гнучкість вант і її надійність при згині);
– довговічність фарби (за необхідності).

A.4 Вимоги до випробувань

A.4.1 Загальні положення

(1) Випробування дротів, пасом стрижнів розтягнутих елементів у складанні повинні гарантувати їх роботу у відповідності з необхідними вимогами.

3. facilities for adjustment of the component length are provided to meet the requirements for preload, geometrical tolerances etc.;

4. sufficient articulation is provided in the anchorage to cater for manufacturing and erection imperfections;

5. the tension components can be replaced.

(3) The above requirements should be met by:

- appropriate choice of materials for wires, strands, steels and protective coatings;
- choice of the form of construction in respect of strength, stiffness, ductility, durability and robustness for manufacturing, transport, handling and installation;
- quality control of accurate fitting of the end termination to ensure the correct alignment of tension component in service.

(4) The compliance of the above requirements should be verified by testing as part of an appropriate quality management system.

A.3 Materials

(1) All materials used should comply with the relevant European technical specifications.

(2) The suitability of the corrosion protection system including the durability of fillers and protection materials should be proved by appropriate testing.

NOTE: The testing may prove the following:

- protection against aggressive agents (chemicals, stress corrosion cracking, UV);
- water tightness (flexibility and durability when cable bends);
- durability of colour (if required).

A.4 Requirements for tests

A.4.1 General

(1) The following tests on wire, strands, bars and complete tension components should ensure that they perform as required.

(2) F_{ke} та F_{uke} (див. 6.2) слід визначити в період випробування на розтяг при дії статичного навантаження. За необхідності (наприклад, для розрізу по довжині (див. 3. 4) і розрахунку будівельних конструкцій (див. розділ 5) випробування повинні орієнтуватись на передбачений рівень натягу ванти в конструкції для виміру всіх необхідних параметрів.

(3) Для визначення кривої міцності від втоми, за необхідності, слід провести достатню кількість випробувань на дію осьового навантаження, якщо $\sigma_{sup} = 0,45\sigma_{uk}$ (див. 7.2(2) при різних значеннях ΔF , таблиця А.4.1.

Примітка. Випробування на втому слід виконувати при контролі навантаження, а не контролі видовження.

Таблиця А.4.1 – Вимоги до випробувань на втому

Table A.4.1 – Testing requirements for fatigue

Тип випробувань Type of test	Навантаження при втомі у випробуваннях до руйнації Fatigue loading before fracture test
Випробування на дію осьового навантаження (класи 3 і 4) axial test (class 3 and 4)	$\sigma_{sup} = 0,45\sigma_{uk}$ $\Delta\sigma$ відповідно $\Delta\sigma_c$, наведеному в табл. 9.1 циклі навантажень $\Delta\sigma$ according to $\Delta\sigma_c$ given in Table 9.1 $\Delta\alpha = 0$ $n = 2 \times 10^6$ цикли (cycles)
Випробування на дію осьового навантаження і випробування на дію згинальних моментів (клас 5) axial and flexural test (class 5)	$\sigma_{sup} = 0,45\sigma_{uk}$ $\Delta\sigma$ відповідно $\Delta\sigma_c$ наведеному в табл. 9.1 циклі навантажень $\Delta\sigma$ according to $\Delta\sigma_c$ given in Table 9.1 $\Delta\alpha = 0 - 10$ мілірадіани (milli radians) (0 - 0,7 градуси (degrees)) $n = 2 \times 10^6$ цикли (cycles)

(4) Якщо розтягнутий елемент знаходиться під дією навантаження втоми і опір втомі перевіряється відповідно до 9.2(2), то слід виконати хоча б по одному випробуванню для кожного діаметра елемента. Слід перевіряти, щоб при випробуваннях на дію осьового навантаження, якщо $\sigma_{sup} = 0,45$ і $\Delta\sigma = 1,25\Delta\sigma_c$ (див. табл. 9.1) кількість розірваних дротів після 2×10^6 циклів навантаження не перевищувала 2% від загальної кількості дротів. Під час випробувань на втому не повинно бути жодного руйнування в анкерному матеріалі або в будь-якому елементі анкерування. Жодне руйнування не допускається для стрижнів.

(2) F_{ke} and F_{uke} (see 6.2) should be determined in a static tension test. If required (e.g. for cutting to length (see 3.4) and structural analysis (see 5)) the test should follow the predicted stress profile of the cable in the structure for measuring all relevant data.

(3) To determine the fatigue strength curve, where required, a representative number of axial tests should be carried out at $\sigma_{sup} = 0,45\sigma_{uk}$ (see 7.2(2)) with different values of ΔF , see Table A.4.1.

Note: The fatigue testing should be carried out under load control and not under extension control.

(4) If the tension component is to be subjected to fatigue loading and the fatigue resistance is verified according to 9.2(2) at least one test for each diameter of the component should be undertaken. It should be checked that in an axial test with $\sigma_{sup} = 0,45\sigma_{uk}$ and $\Delta\sigma = 1,25\Delta\sigma_c$ (see Table 9.1) the number of broken wires after 2×10^6 cycles is less than 2% of the total. No failure should occur in the anchorage material or in any component of the anchorage during the fatigue tests. No failure is acceptable for bars.

(5) Якщо радіус скруглення на вході канату в сідло складає менше $30d$ (див. рисунок 6.1), то необхідно провести випробування, як описано в (2) і (3), при цьому $\Delta\sigma$ визначається по закругленим радіусом.

(6) Після навантаження втоми зразок, який випробовується, слід завантажити до руйнування / злому і витримати мінімальне зусилля на розтяг, що дорівнює більшому з двох: 92 % від фактичної міцності на розтяг ванти або 95 % від мінімального опору на розтяг ванти. Деформація при такому навантаженні повинна бути не менше ніж 1,5%.

(7) Випробування на втому у відповідності з EN 10138 повинні проводитися на окремих пасмах, дротах або стрижнях, взятих із зразків для розтягваних елементів кожної партії, яка виготовляється.

A.4.2 Основні розтягнуті елементи

A.4.2.1 Дріт

(1) Дріт, покритий цинком або цинковим сплавом, повинен випробовуватись на сертифікованій випробувальній машині.

A.4.2.2 Пасма

(1) Повинні проводитись випробування на визначення опору на розтяг, 0,1 % від гарантованого опору і деформації видовження у відповідності з EN 10138.

A.4.2.3 Стрижні

(1) Повинні проводитись випробування на визначення опору на розтяг, 0,1 % від гарантованого опору і деформації видовження у відповідності з EN 10138.

A.4.3 Пасма і ванти у складанні

(1) Якщо використовуються різні розміри одного типу пасом або канатів, необхідно провести, як мінімум, три характерних випробування. Ванти випробовуються з усіма встановленими на них закріпленнями для передачі навантаження, і навантаження при випробуваннях прикладені таким же чином, як і в реальній конструкції.

A.4.4 Коефіцієнт тертя

(1) Якщо коефіцієнт тертя між пасмами і сідлами, затискачами тощо визначається випробуванням, то необхідно врахувати наступне:

- вплив осьових навантажень на діаметр пасом;

(5) If the round-out radius at the entrance of the cable in the socket is less than $30d$ (see Figure 6.1) the tests as described in (2) and (3) should be undertaken with $\Delta\sigma$ being governed by the round-out radius.

(6) After fatigue loading, the test specimen should be loaded to fracture and should develop a minimum tensile force equal to 92% of the actual tensile strength of the cable or 95% of the minimum ultimate tensile strength of the cable, whichever is greater. The strain under this load should not be less than 1,5%.

(7) Fatigue tests in accordance with EN 10138 should be carried out on single strands, wires or bars taken from samples of each manufactured length of tension components.

A.4.2 Main tension elements

A.4.2.1 Wires

(1) Wires coated in zinc or zinc alloy should be tested in an approved testing machine.

A.4.2.2 Strands

(1) Tests should be carried out for tensile strength, 0,1% proof strength and elongation according to EN 10138.

A.4.2.3 Bars

(1) Tests should be carried out for tensile strength, 0,1% proof strength and elongation according to EN 10138.

A.4.3 Strands and complete cables

(1) If different sizes of one type of strand or ropes are used at least 3 representative tests should be carried out. Cables should be tested with all load-bearing components attached to them and the test load should be applied in the same way as in the structure.

A.4.4 Coefficient of friction

(1) If the coefficient of friction between the strands and saddles, clamps etc. is determined by testing the following should be taken into account:

- the effects of axial loads on the diameter of the strands;

– повзучість внаслідок попереднього поперечного навантаження (на матеріал заповнювача і цинкового покриття).

(2) При оцінці результатів випробувань слід враховувати той факт, що тертя може впливати як позитивно, так і негативно на взаємодії, які розглядаються.

A.4.5 Захист від корозії

A.4.5.1 Водонепроникність

(1) Довговічність вантової системи повинна перевірятись з використанням штучного старіння, в якому штучно створені моделі циклів осьових навантажень, згину і температури.

Випробування повинні проводитись для характерної ділянки нижнього кінця ванти у складанні, включно з анкерними пристроями, вантовою захисною трубкою тощо.

Примітка. Детальний опис таких випробувань надається в Національному додатку.

A.4.5.2 Антикорозійний захист

Примітка. Детальний опис випробувань (наприклад, випробування на соляний туман) надається в Національному додатку.

– the creep due to transverse preloading (on filler material and zinc coating).

(2) In the evaluation of the test results account should be taken of the fact, that friction can be either beneficial or adverse depending on the effect being considered.

A.4.5 Corrosion protection

A.4.5.1 Waterproofing

(1) The durability of the cable system should be verified using "accelerated ageing" in which the cycles of axial loads and bending and temperatures can be simulated.

The test should be carried out for a representative section of the complete lower end of the cable including anchoring devices, stay pipe etc.

NOTE: Details for tests may be given in the National Annex.

A.4.5.2 Corrosion protection barriers

NOTE: Details for tests, e.g. salt fog tests, may be given in the National Annex.

**ТРАНСПОРТУВАННЯ, СКЛАДУВАННЯ І
ВАНТАЖНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНІ
РОБОТИ**

TRANSPORT, STORAGE, HANDLING

(1) Спіральні пасма і канати із повністю закритими звиванням поставляються в бухтах або намотаними на барабан.

(1) Spiral strands and fully locked coil cables are supplied in either coils or on reels.

(2) Для того, щоб стримати дріт зовнішнього шару в сплетінні, мінімальний діаметр барабана повинен бути не менше 30 діаметрів для спірально-пасмового канату і 16 діаметрів – для канату із пасом.

(2) To keep the out cover wires in lay the minimum diameter of the reel should not be less than 30 times the rope diameter of fully locked coil ropes, 24 times the rope diameter of spiral strand ropes and 16 times the diameter of strand ropes.

Примітка. Мінімальний діаметр залежить від ступеня захисту, терміну зберігання і температури. Слід бути обережним при закручуванні канатів за температури нижче +5 °С.

NOTE: The minimum diameter depends on the protection system, storage time and temperature. Caution should be taken when unreeling at temperatures below 5 °C.

(3) Якщо ванти зберігаються в бухтах, то кожна бухта повинна мати відповідну вентиляцію (без прямого контакту з ґрунтом), щоб попередити створення білого нальоту від конденсату або вологи.

(3) If cables are stored in coils each coil should be properly ventilated (no direct ground contact) to prevent any formation of white blister which may be caused by condensation or moisture.

(4) Підвищену обережність слід виявляти в поводженні з вантами. Під час встановлення бухти потрібен стіл, який повертається, для горизонтального розмотування ванти.

(4) Cables should be handled with utmost care during installation. Coils require a turntable for horizontal unreeling.

(5) Забороняється:

- видалення захисного покриття до установки вант;
- згин вант радіусом менше 30 діаметрів вант;
- перетягувати ванти через гострі кути;
- скручувати і розкручувати ванти (необхідно слідкувати за маркувальною лінією вант).

(5) Cables should not:

- have their serving removed before they have been installed;
- be bent through a radius smaller than 30 × cable diameter;
- be pulled across sharp edges;
- be neither twisted or untwisted (observe cable marking line).

(6) Розтягнуті елементи підлягають контролю і огляду впродовж всього терміну експлуатації на предмет виявлення відхилів від проектних умов, корозії та пошкоджень.

(6) Tension components should be monitored and inspected during working life for deviations to design conditions, corrosion and damage.

Примітка. Національний стандарт може надавати додаткові рекомендації, вказівки з огляду та контролю.

NOTE: The National Annex may give further guidance on monitoring and inspections.

СЛОВНИК ТЕРМІНІВ

GLOSSARY

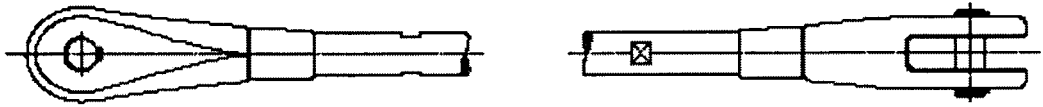
Примітка. див. EN 12385, частина 2

NOTE: See EN 12385, Part 2.

С.1 Вироби групи А

С.1 Products Group A

Система з натягнутими стрижнями
Tension rod system



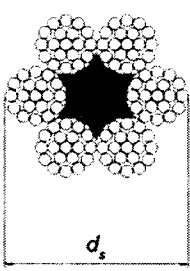
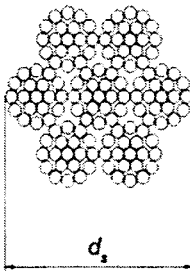
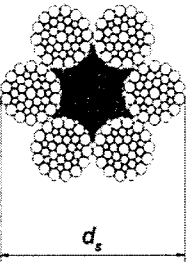
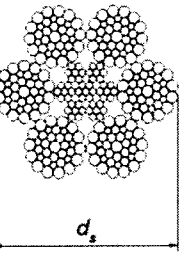
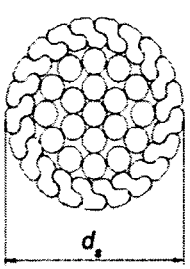
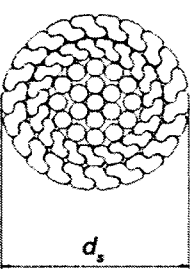
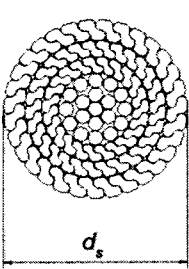
С.2 Вироби групи В

С.2 Products Group B

Канати спіральні-пасмові
Spiral strand rope

Конструкційна формула Construction	1×19	1×37	1×61	1×91
Діаметр d_s , мм Diameter d_s [mm]	3 до (to) 14	6 до (to) 36	20 до (to) 40	30 до (to) 52
Пасмо Strand	1	1	1	1
Кількість дротів на пасмо Wire per strand	19	37	61	91
Кількість дротів в зовнішньому шарі пасма Outer wire per strand	12	18	24	30
Номінальний коефіцієнт площі поперечного перерізу металу С Nominal metallic area factor C	0,6	0,59	0,58	0,58

Продовження таблиці С.2

Коефіцієнт розривного зусилля F Breaking force factor K	0,525	0,52	0,51	0,51
Пасмові канати Strand rope				
				
Конструкційна формула Construction	6x19 – CF	6x19 – CWS	6x36WS – CF	6x36 WS – CWR
Діаметр d_s , мм Diameter d_s [mm]	6 до (to) 40	6 до (to) 40	6 до (to) 40	6 до (to) 40
Кількість пасом Strand	6	6	6	6
Кількість дротів на пасмо Wire per strand	18	18	36	36
Кількість дротів в зовнішньому шарі пасма Outer wire per strand	12	12	14	14
Номінальний коефіцієнт площі поперечного перерізу металу C Nominal metallic area factor C	0,357	0,414	0,393	0,455
Коефіцієнт розривного зусилля F Breaking force factor K	0,307	0,332	0,329	0,355
Канати з повністю закритим звиванням Fully locked coil rope				
				
Конструкція Construction	1 шар Z-подібного дроту 1 layer Z-wires	1 шари Z-подібного дроту 2 layer Z-wires	≥ 3 шарам Z-подібного дроту ≥ 3 layer Z-wires	
Діаметр d_s , мм Diameter d_s [mm]	20 до (to) 40	25 до (to) 50	40 до (to) 180	

Кінець таблиці С.2

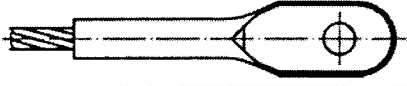

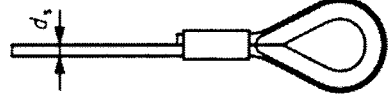
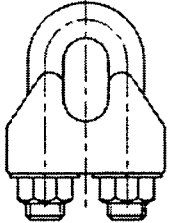
Допустимі відхилення для d_s Tolerance for d_s	+5%	+5%	+5%
Номінальний коефіцієнт площі поперечного перерізу металу С Nominal metallic area factor C	0,636	0,660	0,700
Коефіцієнт розривного зусилля F Breaking force factor K	0,585	0,607	0,643
<p>Примітка. Національний коефіцієнт площі поперечного перерізу металевго дроту і коефіцієнт розривного зусилля приймаються у відповідності з EN 12385-2. NOTE: Nominal metallic area factor and breaking force factor acc. EN 12385-2.</p>			

С.3 З'єднувачі кінців дротового каната

С.3 Wire rope end connectors

<p>З'єднувачі дротових канатів – це кінцеві закріплення металеві або полімерні у відповідності з EN 13411-4 Wire rope end connectors – Metal or resin socketing acc. EN 13411-4</p>	
<p>Відкрита оцинкована муфта Open spelter socket</p>	
<p>Циліндрична муфта Cylindrical socket</p>	
<p>Конічна муфта з внутрішньою різьєю і розтягнутим стрижнем Conical socket with internal thread and tension rod</p>	
<p>Циліндрична муфта з внутрішньою різьєю і розтягнутим стрижнем Cylindrical socket with external thread and nut</p>	
<p>Циліндрична муфта з зовнішньою і внутрішньою різьєю і гайкою Cylindrical socket with internal and external thread and nut</p>	
<p>Циліндрична муфта з зовнішньою різьєю і розтягнутим стрижнем Cylindrical socket with internal thread and tension rod</p>	

Кінець таблиці С.3

<p>З'єднувачі дротових канатів кінцеві, обтискні Wire rope end connectors swaged</p>	
<p>Відкрита обтискна муфта Open swaged socket</p>	
<p>Закрита обтискна муфта Closed swaged socket</p>	
<p>Обтискна кінцівка з різьбою Swaged fitting with thread</p>	
<p>Коуш з алюмінієвим обтискним ободом у відповідності з EN13411-3 Thimble with swaged aluminium ferrule acc. EN 13411-3</p>	
<p>U – подібний болт з двома гайками для затиску каната у відповідності з EN 13411-5 U-bolt grip acc. EN 13411-5</p>	

C.4 Вироби групи C

C.4 Product Group C

Неізовані пасма, пасма, покриті епоксидною смолою або поліестером Bare strands, PE- or epoxy-coated strands	
Анкерування наконечника (кінцівки ванти) Live end anchorage	Анкерування за допомогою клинів і з'єднувальної муфти Live end anchorage
Анкерування за допомогою клинів і з'єднувальної муфти з заправленням розчином – неізовані пасма, покриті поліестером або епоксидною смолою Anchorage with wedges and postgrouted bond socket – bare strands, PE- or epoxy-coated strands	
Анкерування за допомогою клинів і ущільнюючих пластин – покриті поліестером пасма Anchorage with wedges and sealing plates – PE-coated strands	
Анкерування за допомогою клинів і трубки попередньо заповненої розчином – покриті поліестером пасма Anchorage with wedges and pregrouted pipe – PE-coated strands	
Анкерування за допомогою клинів і перехідної трубки, заповненої воском, - покриті поліестером жмути Anchorage with wedges and wax filled transition pipe – PE-coated strands	
Дроти Wires	
Анкерування наконечника (кінцівки ванти) Live end anchorage	Анкерування наконечника (кінцівки ванти) Live end anchorage
Анкерування з дротом і складним кінцевим кріпленням, залитим компаундом Anchorage with wires and compound filled socket	
Анкерування дротом і дисковими оголовками з заливкою епоксидною смолою Anchorage with wires and button heads filled with epoxy resin	
Стрижні Bars	
Анкерування наконечника (кінцівки ванти) Live end anchorage	Анкерування наконечника (кінцівки ванти) Live end anchorage
Анкерування одинарного стрижня Anchorage with single bar	
Анкерування декількох стрижнів зі сталеву обіймою з заправленням розчином Anchorage with multiple bars and steel sheathing, grouted	

ДОДАТОК НА
(довідковий)

**ПЕРЕЛІК НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ УКРАЇНИ (ДСТУ),
ІДЕНТИЧНИХ МС, ПОСИЛАННЯ НА ЯКІ Є В EN 1993-1-11**

Позначення та назва європейського стандарту	Ступінь відповідності	Позначення та назва національного стандарту України (ДСТУ)
EN 1990 Eurocode – Basis of structural design	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1990:2008 Єврокод. Основи проектування конструкцій (EN 1990:2002, IDT)
EN 1991 Eurocode – Actions on structures	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1991:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції, всі частини
EN 1991-1-4 Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-4: General actions – Wind actions	IDT	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)
EN 1991-1-5 Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-5: General actions – Thermal actions	IDT	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)
EN 1993-1-1 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1:2010 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1993-1-1:2005, IDT)
EN 1993-1-4 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-4: General rules – Supplementary rules for stainless steels	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-4:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-4. Загальні положення. Додаткові правила для нержавіючої сталі (EN 1993-1-4:2004, IDT)
EN 1993-1-9 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-9: Fatigue	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-9:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-9. Витривалість (EN 1993-1-9:2005, IDT)
EN 1993-3-1 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 3-1: Towers, masts and chimneys – Towers and masts	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1993-3-1:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 3-1. Башти, щогли і димові труби. Башти і щогли (EN 1993-3-1:2006, IDT)

ICS 91.010.30; 91.080.10; 93.040

(Український переклад англомовної версії)

Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій
Частина 1-11: Проектування конструкцій з розтягнутими елементами

Ця технічна поправка вступає у дію з 29 квітня 2009 року і включається у три офіційні мовні версії EN.

ЄВРОПЕЙСЬКИЙ КОМІТЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦІ

English version

**Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-11: Design of structures
with tension components**

Eurocode 3 - Calcul des structures en acier
- Partie 1-11: Calcul des structures à câbles
ou éléments tendus

Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion
von Stahlbauten - Teil 1-11: Bemessung
und Konstruktion von Tragwerken mit
Zuggliedern aus Stahl

This corrigendum becomes effective on 29 April 2009 for incorporation in the three official language versions of the EN.

Ce corrigendum prendra effet le 29 avril 2009 pour incorporation dans les trois versions linguistiques officielles de la EN.

Die Berichtigung tritt am 29. April 2009 zur Einarbeitung in die drei offiziellen Sprachfassungen der EN in Kraft.

1) Зміна до вступу

3-й пункт *замінити* "замінює ENV 1993-2" на "замінює ENV 1993-2, Додаток А".

2) Зміна до 2.3.1

Пункт "(2)", *замінити* "спіральних пасом, пасом закритого звивання або конструкційних дровових канатів" на "спіральніщ-пасмових канатів, канатів із повністю закритим звиванням або з пасмових канатів круглого дроту".

3) Зміна до 2.3.6

Пункт "(2)", рівняння "(2,4)", *замінити* на рівняння " $E_d = k(E_{d2} - E_{d1})$ ".

4) Зміна до 2.4.2

Заголовок підрозділу *замінити* "постійні ситуації на протязі експлуатації" на "постійні розрахункові ситуації протягом експлуатації"

5) Зміни до 3.2.2

Пункт "(3)", "Рисунок 3.1", *перемістити* на праву сторону від рисунка "- - - - граничне значення, середнє значення"

Пункт "(3)", "Рисунок 3.1", ключові елементи, видалити " σ напруження для розрізування на мірні по довжині відрізки".

6) Зміна до 4.5

Пункт "(3)", *замінити* "непроникними" на "водонепроникними"

7) Зміни до 6.2

Пункт "(3)", "Таблиця 6.1" *замінити* на заголовку "Допустимий опір" на "Характеристичне значення допустимого опору F_k "

Пункт "(2)", "Таблиця 6.1", 1 ряд, 3 колонка, *видалити* "Допустимий опір".

Пункт "(2)", "Примітка 4", *замінити* "7.1 (4)" на "7.1(2)".

8) Зміна до 6.3.2

Пункт "(1)", *замінити* "відповідно на кожній стороні ванти" на "відповідно на кожній стороні сідла"

9) Зміни до 6.4.3

Пункт "(1)", *замінити* "граничне зусилля" на "Характеристичне значення допустимого опору"

1) Modification to Foreword

3rd paragraph, replace "supersedes ENV 1993-2" with "supersedes ENV 1993-2, Annex A".

2) Modification to 2.3.1

Paragraph "(2)", replace "spiral strands, locked coil strands or structural wire ropes" with: "spiral strand ropes, fully locked coil ropes or circular wire strand ropes".

3) Modification to 2.3.6

Paragraph "(2)", Equation "(2.4)", replace equation with: " $E_d = k(E_{d2} - E_{d1})$ ".

4) Modification to 2.4.2

Subclause Title, replace "Persistent situations during service" with: "Persistent design situations during service".

5) Modifications to 3.2.2

Paragraph "(3)", "Figure 3.1", shift to the right-hand side of the Figure: "- - - - limiting value mean value".

Paragraph "(3)", "Figure 3.1", key elements, delete: "A σ stress for cutting to length".

6) Modification to 4.5

Paragraph "(3)", replace "impermeable" with: "impermeable to water".

7) Modifications to 6.2

Paragraph "(2)", "Table 6.1", replace in Title "Proof strength" with: "Characteristic value of the proof strength F_k ".

Paragraph "(2)", "Table 6.1", 1st row, 3rd column, delete: "Proof strength".

Paragraph "(2)", "NOTE 4", replace "7.1(4)" with: "7.1(2)".

8) Modification to 6.3.2

Paragraph "(1)", replace "respectively on either side of the cable" with: "respectively on either side of the saddle".

9) Modifications to 6.4.3

Paragraph "(1)", replace "proof force" with: "characteristic value of the proof strength".

Пункт "(1)", "Примітка", *замінити* "вичерпне проектування" на "вичерпне проектування (див. EN 1993-1-1, 1.5.8)".

10) Зміна до 7.2

Пункт "(2)", "Примітка 2", "Таблиця 7.2", останній ряд, *замінити* "7.1(4)" на "7.1(2)".

11) Зміни до 8.3

Пункт "(2)", *замінити* "(менш ніж приблизно 70 м...)" на "(менш ніж 70 м...)"

Пункт "(4)", *замінити* "можливих типів" на "характерних типів"

Paragraph "(1)", "NOTE", replace "capacity design" with: "capacity design (see EN 1993-1-1, 1.5.8)".

10) Modification to 7.2

Paragraph "(2)", "NOTE 2", "Table 7.2", last row, replace "7.1(4)" with: "7.1(2)".

11) Modifications to 8.3

Paragraph "(2)", replace "(less than about 70 m....)" with: "(less than 70 m....)".

Paragraph "(4)", replace "buckling modes" with: "eigen modes".

Код УКНД : 91.010.30; 91.080.10; 93.040

Ключові слова: ванти, втома, пасма, ванти, попереднє напруження, стрижні, розтягнуті елементи.



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**ЄВРОКОД 3. ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ
КОНСТРУКЦІЙ**
**Частина 1-11. Проектування конструкцій з
розтягнутими елементами**
(EN 1993-1-11:2006, IDT)

Зміна № 1
ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2012

Видання офіційне

Київ
Мінрегіон України
2014

ЄВРОКОД 3. ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ
Частина 1-11. Проектування конструкцій з розтягнутими елементами
(EN 1993-1-11:2006, IDT)

- 1 РОЗРОБЛЕНО: Товариство з обмеженою відповідальністю "Український інститут сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського"
РОЗРОБНИКИ: **В. Адріанов, Ю. Пермькова, Б. Фурман, Р. Харченко**, канд. техн. наук (керівник розробки);
О. Шимановський, д-р техн. наук
- 2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Міністерства України від 27.12.2013 р. № 623, чинний з 2014-07-01
- 3 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

ТЕКСТ ЗМІНИ

1 Передмова. Пункт 3. *Після слів "з розтягнутими елементами)" текст доповнити словами та цифрами "з технічною поправкою EN 1993-1-11:2006/AC2009".*

2 Національний вступ доповнити положеннями наступного змісту:

"Технічна поправка EN 1993-1-11:2006/AC2009 до EN 1993-1-11:2006 наведена в кінці ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2012.

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 встановлюється з дати набрання чинності ДБН А.1.1-94:2010 "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].

3 Зміст доповнити наступними заголовками структурних елементів:

"Додаток НА Перелік міжнародних (МС) і європейських стандартів (ЄС), на які є посилання у ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2012, та відповідних нормативних документів України (НД)";

"Додаток НБ Національний додаток до ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2012";

"Додаток НВ Бібліографія";

"Технічна поправка EN 1993-1-11:2006/AC2009".

4 Додаток НА викласти у новій редакції:

"ДОДАТОК НА
(довідковий)

**ПЕРЕЛІК МІЖНАРОДНИХ (МС) І ЄВРОПЕЙСЬКИХ СТАНДАРТІВ (ЄС), НА ЯКІ Є ПОСИЛАННЯ
У ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2011, ТА ВІДПОВІДНИХ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ УКРАЇНИ (НД)**

№ з/п	Позначка МС або ЄС, наведеного у ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2011	Позначка НД, який відповідає МС або ЄС	№ з/п у тексті ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2011, де є нормативні посилання	Інформація про нормативні акти та нормативні документи у відповідній сфері
1	EN 1990 Eurocode: Basis of structural design	ДСТУ-Н Б EN 1990 – Основи проектування конструкцій (EN 1990:2002)	п.2.1 (1) Загальні положення	
			п.5.3 (2) Постійні розрахункові ситуації під час експлуатації конструкцій	
			п.9.1 (2) Загальні відомості	
2	EN 1991 Actions on structures	ДСТУ-Н Б EN 1991 – Дії на конструкції	п.2.3.7 (1) Втомне навантаження	
			п.9.1 (1) Загальні відомості	
3	EN 1991-1-4 Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-4: General actions – Wind loads	ДСТУ-Н Б EN 1991-1-4 Частина 1-3. Загальні дії. Вітрові дії (EN 1991-1-4)	п.2.3.2 (1) Дія вітру	
			п.2.3.7 (1) Втомне навантаження	
4	EN 1991-1-5 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)	п.2.3.4 (2) Теплові дії	
			п.2.3.7 (1) Втомне навантаження	
5	EN 1993 Design of steel structures	ДСТУ-Н Б EN 1993 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій	п.5.3 (примітка) Постійні розрахункові ситуації під час експлуатації конструкцій	
6	EN 1993-1-1 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1:2010 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1–1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1993-1-1:2005)	п.1.4 (1) Позначки	
			п.3.1 (примітка 1) Міцність сталей і дротів	
			Таблиця 6.1 Умовна границя текучості розтягнутого елемента	

№ з/п	Познака МС або ЄС, наведеного у ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2011	Познака НД, який відповідає МС або ЄС	№ з/п у тексті ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2011, де є нормативні посилання	Інформація про нормативні акти та нормативні документи у відповідній сфері
7	EN 1993-1-4 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-4: General rules – Supplementary rules for stainless steels	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-4:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-4. Загальні положення. Додаткові правила для нержавіючої сталі (EN 1993-1-4:2006)	<p>п.3.1 (примітка 1) Міцність сталей і дротів</p> <p>п.3.2.1 (1) Розтягнуті елементи групи А</p> <p>п.6.1 (1) Системи із розтягнутими стрижнями</p> <p>Таблиця 6.1 Умовна границя текучості розтягнутого елемента</p>	
8	EN 1993-1-9 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-9: Fatigue	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-9:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-9. Витривалість (EN 1993-1-9:2005)	<p>п.1.4 (1) Познаки</p> <p>п.2.2 (3) Вимоги</p> <p>Таблиця 9.1 Деталізовані категорії для втомної міцності згідно з EN 1993-1-9</p> <p>п.9.2 (3) Флуктуаційні осьові навантаження</p>	
9	EN 1993-3-1 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 3-1: Towers, masts and chimneys – Towers and masts	ДСТУ-Н Б EN 1993-3-1:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 3-1. Башти, щогли і димові труби. Башти і щогли (EN 1993-3-1:2006)	п.2.3.3 (1) Навантаження від обледеніння	
10	EN 10244-1 Steel wire and wire products – Non-ferrous metallic coatings on steel wire – Part 1: General principles	ДСТУ EN 10244-1:2006 Дріт сталевий та дротяні вироби. Покриви з кольорових металів на сталевому дроті. Частина 1. Загальні вимоги (EN 10244-1:2001)	п.1.2 (1) Нормативні посилання	

Продовження додатка НА

№ з/п	Позначка МС або ЄС, наведеного у ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2011	Позначка НД, який відповідає МС або ЄС	№ з/п у тексті ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2011, де є нормативні посилання	Інформація про нормативні акти та нормативні документи у відповідній сфері
11	EN 10244-2 Steel wire and wire products – Non-ferrous metallic coatings on steel wire – Part 2: Zinc or zinc alloy coatings	ДСТУ EN 10244-2:2006 Дріт сталевий та дротяні вироби. Покриви з кольорових металів на сталевому дроті. Частина 2. Покривання цинком або цинковим сплавом (EN 10244-2:2001)	п.1.2 (1) Нормативні посилання	
12	EN 13411-3 Terminations for steel wire ropes – Safety – Part 3: Ferrules and ferrule-securing (includes Amendment A1:2008)	ДСТУ EN 13411-3:2005 Закріплення кінців сталевих канатів. Вимоги безпеки. Частина 3. Втулки для обпресовування та процес обпресовування (EN 13411-3:2004)	п.1.1(примітка 3) Сфера застосування	
			п.3.1 (примітка 4) Міцність сталей і дротів	
			п.1.2 (1) Нормативні посилання	
13	EN 13411-4 Terminations for steel wire ropes – Safety – Part 4: Metal and resin socketing	ДСТУ EN 13411-4:2005 Закріплення кінців сталевих канатів. Вимоги безпеки. Частина 4. Заливання металом і синтетичними смолами	п.1.1(примітка 3) Сфера застосування	
			п.1.2 (1) Нормативні посилання	
			Таблиця С.3 З'єднувачі кінців дротяного каната	
14	EN 13411-5 Terminations for steel wire ropes – Safety – Part 5: U-bolt wire rope grips (includes Amendment A1:2008)	ДСТУ EN 13411-5:2007 Закріплення кінців сталевих канатів. Вимоги безпеки. Частина 5. U-подібні болтові затискачі сталевих канатів (EN 13411-5:2003)	п.1.1(примітка 3) Сфера застосування	
			Таблиця С.3 З'єднувачі кінців дротяного каната	
			п.1.2 (1) Нормативні посилання	

№ з/п	Познака МС або ЄС, наведеного у ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2011	Познака НД, який відповідає МС або ЄС	№ з/п у тексті ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2011, де є нормативні посилання	Інформація про нормативні акти та нормативні документи у відповідній сфері
15	EN 10138 Prestressing steels	–	<p>п.3.2.2 (примітка 2) Розтягнуті елементи групи В</p> <p>п.3.2.3 (1) Розтягнуті елементи групи С</p> <p>п.4.2 (3) Антикорозійний захист окремих дротів</p> <p>Додаток А.4.1 (7) Загальні положення</p> <p>Додаток А.4.2.2 (1) Пасма</p> <p>Додаток А.4.2.3 (1) Стрижні</p>	ДБН В.2.6-163:2010 Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу
16	EN 10138-1. Prestressing steels. General requirements	–	<p>п.1.2 (1) Нормативні посилання</p> <p>Таблиця 6.1 Умовна границя текучості розтягнутого елемента</p>	ДБН В.2.6-163:2010 Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу
17	EN 10138-2. Prestressing steels. Wire	–	п.1.2 (1) Нормативні посилання	
18	EN 10138-3. Prestressing steels. Strand	–	<p>п.1.2 (1) Нормативні посилання</p> <p>п.3.1 (примітка 5) Міцність сталей і дротів</p>	
19	EN 10138-4. Prestressing steels. Bars	–	п.1.2 (1) Нормативні посилання	
20	EN 10244-3 Steel wire and wire products – Non-ferrous metallic coatings on steel wire – Part 3: Aluminium coatings	–	п.1.2 (1) Нормативні посилання	ДСТУ EN 10244-2:2006 Дріт сталевий та дротяні вироби. Покриви з кольорових металів на сталевому дроті. Частина 2

І продовження додатка НА

№ з/п	Позначка МС або ЄС, наведеного у ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2011	Позначка НД, який відповідає МС або ЄС	№ з/п у тексті ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2011, де є нормативні посилання	Інформація про нормативні акти та нормативні документи у відповідній сфері
21	EN 10264 Roping wire Galvanized Steel Wire	–	Таблиця 6.1 Умовна границя текучості розтягнутого елемента	ДБН В.2.6-163:2010 Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу
22	EN 10264-1:2002 Steel wire and wire products – Steel wire for ropes – Part 1: General requirements	–	п.1.2 (1) Нормативні посилання п.3.1 (примітка 2) Міцність сталей і дротів	ДБН В.2.6-163:2010 Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу
23	EN 10264-2:2003 Steel wire and wire products – Steel wire for ropes – Part 2: Cold drawn non alloy steel wire for ropes for general applications	–	п.1.2 (1) Нормативні посилання п.3.1 (примітка 2) Міцність сталей і дротів п.4.2 (2) Антикорозійний захист окремих дротів	ДБН В.2.6-163:2010 Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу ДСТУ EN 10244-2:2006 Дріт сталевий та дротяні вироби. Покриви з кольорових металів на сталевому дроті. Частина 2
24	EN 10264-3:2003 Steel wire and wire products – Steel wire for ropes – Part 3: Round and shaped non alloyed steel wire for high duty applications	–	п.1.2 (1) Нормативні посилання п.3.1 (примітка 2) Міцність сталей і дротів п.4.2 (2) Антикорозійний захист окремих дротів	ДБН В.2.6-163:2010 Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу ДСТУ EN 10244-2:2006 Дріт сталевий та дротяні вироби. Покриви з кольорових металів на сталевому дроті. Частина 2

№ з/п	Позначка МС або ЄС, наведеного у ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2011	Позначка НД, який відповідає МС або ЄС	№ з/п у тексті ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2011, де є нормативні посилання	Інформація про нормативні акти та нормативні документи у відповідній сфері
25	EN 10264-4:2003 Steel wire and wire products – Steel wire for ropes – Part 4: Stainless steel wire	–	п.1.2 (1) Нормативні посилання п.3.1 (примітка 2) Міцність сталей і дротів	ДБН В.2.6-163:2010 Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу
26	EN 12385-1:2002 Steel wire ropes. Safety. General requirements	–	п.1.2 (1) Нормативні посилання п.2.3.1 (1) Дії	ДБН В.1.2-2:2006. Норми проектування. Навантаження і впливи
27	EN 12385-2:2002 Steel wire ropes. Safety. Definitions, designation and classification	–	п.1.1(примітка 2) Сфера застосування п.1.2 (1) Нормативні посилання п.2.3.1 (1) Дії п.6.2 (примітка) Попередньо напружені стрижні та складові елементи системи груп В і С Додаток С Словник термінів (примітка) Таблиця С.2 Канати з повністю закритим звиванням	ДБН В.2.6-163:2010 Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу
28	EN 12385-3:2004 Steel wire ropes. Safety. Information for use and maintenance	–	п.1.2 (1) Нормативні посилання п.2.3.1 (1) Дії	ДБН В.1.2-2:2006. Норми проектування. Навантаження і впливи
29	EN 12385-4:2002 Steel wire ropes. Safety. Stranded ropes for general lifting applications	–	п.1.2 (1) Нормативні посилання п.2.3.1 (1) Дії	ДБН В.1.2-2:2006. Норми проектування. Навантаження і впливи

Кінець додатка НА

№ з/п	Познака МС або ЄС, наведеного у ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2011	Познака НД, який відповідає МС або ЄС	№ з/п у тексті ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2011, де є нормативні посилання	Інформація про нормативні акти та нормативні документи у відповідній сфері
			п.3.1 (примітка 3) Міцність сталей і дротів	ДБН В.2.6-163:2010 Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції. Норми проекування, виготовлення і монтажу
30	EN 12385-10 Berichtigung 1:2009 Steel wire ropes – Safety – Part 10: Spiral ropes for general structural applications	–	п.1.2 (1) Нормативні посилання п.2.3.1 (1) Дії	ДБН В.1.2-2:2006. Норми проекування. Навантаження і впливи
			п.3.1 (примітка 3) Міцність сталей і дротів	ДБН В.2.6-163:2010 Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції. Норми проекування, виготовлення і монтажу

5 Текст національного стандарту доповнити додатком НБ:

"ДОДАТОК НБ
(обов'язковий)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ДОДАТОК ДО ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2012

НБ.1 ПАРАМЕТРИ, ЩО ЗАЛИШИЛИСЯ ВІДКРИТИМИ В ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2012 ДЛЯ НАЦІОНАЛЬНОГО ВИБОРУ

Національний вибір дозволяється в EN 1993-1-11:2012 через наступні положення, які наведені у таблиці НБ.1.

Таблиця НБ.1

№ з/п	Пункт	Короткий опис параметра, який дозволено визначати на національному рівні
1	2.3.6 (1)	Перехідні умови навантаження і часткові коефіцієнти безпеки для зміни елементів
2	2.3.6 (2)	Визначення аварійної розрахункової ситуації конструкцій при несподіваній втраті будь-якого елемента
3	2.4.1 (1)	Значення часткових коефіцієнтів безпеки для постійних навантажень на період будівництва
4	3.1 (1)	Нормативні значення характеристик міцності для сталі і дротів із умов довговічності
5	4.4 (2)	Класи корозійної стійкості канатів і кінцевих муфт
6	4.5 (4)	Матеріали для суцільних водонепрохідних наповнювачів пустот
7	5.2 (3)	Частковий коефіцієнт безпеки γ_{Ri} , що використовується для сил попереднього натягу для даних конкретних станів
8	5.3 (2)	Частковий коефіцієнт безпеки γ_G при розрахункових ситуаціях у процесі експлуатації від дій постійних сил та сил попереднього натягу
9	6.2 (2)	Розрахунковий опір розтягу та часткові коефіцієнти безпеки
10	6.3.2 (1)	Частковий коефіцієнт безпеки γ_{Mfr} при перевірці канатів у сідлах
11	6.3.4 (1)	Коефіцієнт К на величину розривного зусилля канатів при проектуванні сідел
12	6.4.1 (1) P	Частковий коефіцієнт безпеки для опору тертю канату
13	7.2 (2)	Значення граничних напружень величини f_{const} та f_{sls} для розрахункових навантажень для стадій будівництва та експлуатації
14	A.4.5.1 (1)	Методика випробовувань зразків сталевих елементів на довговічність
15	A.4.5 (2)	
16	B.(6)	Контроль та огляд розтягнутих елементів

НБ.2 ПАРАМЕТРИ, ВИЗНАЧЕНІ НА НАЦІОНАЛЬНОМУ РІВНІ

НБ 2.1 Перехідні умови навантажень і часткові коефіцієнти безпеки для заміни елементів

До пункту 2.3.6(1)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.2 Визначення аварійної розрахункової ситуації конструкцій при несподіваній втраті будь-якого елемента

До пункту 2.3.6(2)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.3 Значення часткових коефіцієнтів безпеки γ_G для постійних навантажень на період будівництва

До пункту 2.4.1(1)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.4 Нормативні значення характеристики міцності для сталі і дротів із умов довговічності

До пункту 3.1(1)

Крім зазначених у цьому пункті, для розтягнутих елементів можуть бути прийняті такі значення характеристичного опору:

для сталевих прокатів:

R_{yn} – границя текучості сталі, що дорівнює границі текучості σ_t (відповідно до [14];

для високоміцного сталевих дротів, у тому числі у вигляді канатів, пасм, пучків, жмутів:

R_{un} – тимчасовий опір сталі, що дорівнює значенню σ_b (відповідно до [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13]).

При застосуванні величин R_{yn} та R_{un} при переході до їх розрахункових значень слід застосовувати коефіцієнти надійності з матеріалу за відповідним національним стандартом.

НБ 2.5 Класи корозійної стійкості канатів і кінцевих муфт

До пункту 4.4(2)

Додаткова інформація до п.4 (4).

Згідно з державними стандартами сталеві канати підрозділяються за видом покриття поверхні дроту:

із дроту без покриття;

із оцинкованого дроту:

для найбільш жорстких агресивних умов роботи ОЖ;

для жорстких агресивних умов роботи – Ж;

для середніх агресивних умов роботи – С.

Елементи із сталі (вуглецевої або підвищеної корозійної стійкості) потребують додаткового захисту від корозії в залежності від ступеня агресивної дії середовища та умов експлуатації:

агресивний захист лакофарбовим покриттям, гаряче цинкування, металізація;

слабоагресивний захист лакофарбовим покриттям, гаряче цинкування, металізація;

середньоагресивне металізаційне та лакофарбове покриття високих груп.

НБ 2.6 Матеріали для суцільних водонепрохідних наповнювачів пустот

До пункту 4.5(4)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.7 Частковий коефіцієнт безпеки γ_{Pi} , що використовується для сил попереднього натягу

До пункту 5.2(3)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.8 Частковий коефіцієнт безпеки γ_G при розрахункових ситуаціях у процесі експлуатації від дії постійних сил та сил попереднього натягу.

До пункту 5.3(2)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.9 Розрахунковий опір розтягу та часткові коефіцієнти безпеки

До пункту 6.2.P(2)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.10 Частковий коефіцієнт безпеки $\gamma_{m,fr}$ при перевірці канатів у сідлах

До пункту 6.3.2(2)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.11 Частковий коефіцієнт безпеки на величину розривного зусилля канатів при проектуванні сідел

До пункту 6.3.4(1)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.12 Частковий коефіцієнт безпеки для опору тертю канату

До пункту 6.4.1(1)P

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.13 Значення граничного напруження f_{const} та f_{sls} для розрахункових навантажень для стадій будівництва та експлуатації

До пункту 7.2(2)

Додаткова інформація не надається.

НБ 2.14 Методика випробовувань зразків сталевих елементів на довговічність

До пунктів А.4.5(1) та А.4.5(2)

До зазначених пунктів слід додати.

Аналіз довговічності захисту металевого елемента від корозії здійснюється з урахуванням коефіцієнта готовності сталевих конструкцій K_3 , що є комплексним показником ремонтпридатності і характеризує параметри конструктивних та технологічних заходів первинного і повторного захисту

$$K_3 = \frac{T_{ky} + T_{zy}}{T_{ky} + T_{zy}}$$

- де T_{ky} – термін служби конструкції за показником корозійної стійкості (первинний захист);
 T_{zy} – розрахунковий термін служби захисних покриттів із довірчою імовірністю $\gamma = 0,95$ за результатами прискорених випробувань;
 n – кількість ремонтних циклів відновлення антикорозійного захисту при встановленому терміні служби конструкції. Визначенням коефіцієнта готовності при діях агресивних середовищ є розрахунок сталевих конструкцій за граничним станом на корозійну стійкість і довговічність за результатами прискорених випробувань захисних покриттів, метою яких є оцінка показника T_{zy} для визначення відповідності різних систем захисних покриттів розрахункові ситуації за показниками корозійної стійкості та довговічності. Сутність методу прискорених випробувань складається з дії на зразок із захисним покриттям штучно створених умов, що імітують дії корозійноактивних компонентів середовища. Послідовність виконання випробувань регламентується вимогами [15]. Випробування фізико-механічних та захисних властивостей виконуються на стандартних зразках, а оцінка захисних властивостей покриттів здійснюється у відповідності з вимогами [3], [4], [5].

Використовуються такі засоби оснащення та вимірювальної техніки:

- камера вологості типу Г-4;
- камера сірчистого газу АСС-;
- камера холоду типу Feutron;
- апарат штучної погоди (АШП) типу ИП-3;
- ультразвуковий товщиномір типу УГ-93Г;

– електромонтажний товщиномір покрить та матеріалів "КОНСТАНТА К5" .
Умови проведення випробувань відповідають вимогам, викладеним в [7]; [8]; [9].

НБ 2.15 Контроль та огляд розтягнутих елементів

До пункту В(6) додати:

При контролі технічного стану канатів слід використовувати рекомендації, наведені в державних стандартах з оцінки технічного стану та відбраковки канатів.

НБ.3 РІШЕННЯ ПРО СТАТУС ДОВІДКОВИХ ДОДАТКІВ ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2006

Рішення щодо застосування довідкових додатків, що містяться в ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2006, наведено в таблиці НБ.4.

Таблиця НБ.4 – Статус довідкових додатків

№ з/п	Назва довідкового додатка	Рішення щодо використання довідкового додатка
1	Додаток А [довідковий] Вимоги до виробів для розтягуваних елементів	На території України використовується без змін
2	Додаток В [довідковий] Транспортування, складування, вантажно-розвантажувальні роботи	На території України використовується без змін
3	Додаток С [довідковий] Відомості щодо відповідності державних стандартів європейським стандартам	На території України використовується без змін

"

6 Текст національного стандарту доповнити додатком НВ:

**"ДОДАТОК НВ
(довідковий)**

БІБЛІОГРАФІЯ

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

[2] ДБН В.1.2-14:2009 Загальні принципи забезпечення надійності та конструкційної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ.

[3] ДБН В.2.6-163:2010 Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу.

[4] ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування

[5] ГОСТ 3062-80 Канаты стальные. Сортамент. Канат одинарной свивки типа ЛК-О конструкции 1-7(1+6)

[6] ГОСТ 3063-80 Канаты стальные. Сортамент. Канат одинарной свивки типа ТК конструкции 1-19(1+6+12)

[7] ГОСТ 3064-80 Канаты стальные. Сортамент. Канат одинарной свивки типа ТК конструкции 1-37(1+6+12+18)

[8] ГОСТ 3066-80 Канаты стальные. Сортамент. Канат двойной свивки типа ЛК-О конструкции 6-7(1+6)+1-7(1+6)

Сторінка 13

Сторінок 18

[9] ГОСТ 3067-88 Канаты стальные. Сортамент. Канат стальной двойной свивки типа ТК конструкции 6·19 (1+6+12)+1·19 (1+6+12)

[10] ГОСТ 3068-88 Канаты стальные. Сортамент. Канат стальной двойной свивки типа ТК конструкции 6·37(1+6+12+18)+1·37(1+6+12+18)

[11] ГОСТ 3081-80 Канаты стальные. Сортамент. Канат двойной свивки типа ЛК-О конструкции 6·19(1+9+9)+7·7(1+6)

[12] ГОСТ 7669-80 Канаты стальные. Сортамент. Канат двойной свивки типа ЛК-РО конструкции 6·36(1+7+7/7+14)+7·7(1+6)

[13] ГОСТ 14954-80 Канаты стальные. Сортамент. Канат двойной свивки типа ЛК-РО конструкции 6·36(1+7+7/7+14)+7·7(1+6)

[14] ГОСТ 19281-89 Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия

[15] ISO 12944-6:1998 ISO 12944-6:1998 Paints and varnishes -- Corrosion protection of steel structures by protective paint systems -- Part 6: Laboratory performance test methods (Фарби та лаки. Антикорозійний захист сталевих конструкцій за допомогою захисних лакофарбових систем. Частина 6. Лабораторні методи випробувань для визначення робочих характеристик)".

7 Текст національного стандарту доповнити технічною поправкою EN 1993-1-11:2006/AC:2009:

«
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPEENNE
EUROPAISCHE NORM
EN 1993-1-11:2006/AC

April 2009

ICS 91.010.30; 91.080.10; 93.040

English version

Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-11: Design of structures
with tension components

Eurocode 3 - Calcul des structures en acier
- Partie 1-11: Calcul des structures à câbles
ou éléments tendus

Bemessung und Konstruktion von
Stahlbauten - Teil 1-11: Bemessung
und Konstruktion von Tragwerken mit
Zuggliedern aus Stahl

This corrigendum becomes effective on 29 April 2009 for incorporation in the three official language versions of the EN.

«ЄВРОПЕЙСЬКИЙ СТАНДАРТ

EN 1993-1-1:2006/AC:2009
Квітень 2009

ICS 91.010.30; 91.080.10; 93.040

Український переклад англomовної версії

Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій
Частина 1–11. Проектування конструкцій з розтягнутими елементами

Ця поправка вступає у дію, починаючи з 29 квітня 2009 року для включення у три офіційні мовні версії EN.

1) Зміна до вступу

Третій абзац *замінити* "замінює ENV 1993-2" на "замінює ENV 1993-2, Додаток А".

2) Зміна до п. 2.3.1

Пункт "(2)", *замінити* "спіральних пасом, пасом із закритим звиванням або конструкційних дротових канатів" на "канати спірально-пасмові, канати з повністю закритим звиванням або канати кручені з пасмового дроту".

3) Зміна до п. 2.3.6

Пункт "(2)", формулу "(2.4)" *замінити* на формулу " $Ed = k(Ed2 - Ed1)$ "

4) Зміна до п. 2.4.2

Назву підпункту *замінити* "Постійні ситуації на протязі експлуатації" на "Постійні розрахункові ситуації протягом експлуатації".

5) Зміна до п. 3.2.2

Пункт "(3)", "Рисунок 3.1" *замінити, перемістити по праву сторону від Рисунка:* "---- граничне значення, середнє значення".

Пункт "(3)", "Рисунок 3.1" *ключові елементи видалити:* " σ_A напруження для розрізання на мірні по довжині відрізки".

6) Зміна до п. 4.5

Пункт "(3)", *замінити* "непроникними" на "водонепроникними".

7) Зміна до п. 6.2

Пункт "(2)", "Таблиця 6.1", *замінити у назві* "Умовна границя текучості" на "Характеристичне значення умовної границі текучості F_k ".

Пункт "(2)", "Таблиця 6.1", *перший ряд, третя колонка, видалити* "Умовна границя текучості".

Пункт "(2)", "Примітка 4", *замінити* "7.1(4)" на "7.1(2)".

8) Зміна до п. 6.3.2

Пункт "(1)", *замінити* "відповідно на кожній стороні ванти" на "відповідно на кожній стороні сідла".

9) Зміна до п. 6.4.3

Пункт "(1)", *замінити* "граничне зусилля" на "Характеристичне значення умовної границі текучості".

1) Modification to Foreword

3rd paragraph, replace "supersedes ENV 1993-2" with "supersedes ENV 1993-2, Annex A".

2) Modifications to 2.3.1

Paragraph "(2)", replace "spiral strands, locked coil strands or structural wire ropes" with: "spiral strand ropes, fully locked coil ropes or circular wire strand ropes".

3) Modification to 2.3.6

Paragraph "(2)", Equation "(2.4)", replace equation with: " $Ed = k(Ed2 - Ed1)$ ".

4) Modification to 2.4.2

Subclause Title, replace "Persistent situations during service" with: "Persistent design situations during service".

5) Modification to 3.2.2

Paragraph "(3)", "Figure 3.1", shift to the right-hand side of the Figure: "---- limiting value mean value".

Paragraph "(3)", "Figure 3.1", key elements, delete: " σ_A stress for cutting to length".

6) Modification to 4.5

Paragraph "(3)", replace "impermeable" with: "impermeable to water".

7) Modification to 6.2

Paragraph "(2)", "Table 6.1", replace in Title "Proof strength" with: "Characteristic value of the proof strength F_k ".

Paragraph "(2)", "Table 6.1", 1st row, 3rd column, delete: "Proof strength".

Paragraph "(2)", "NOTE 4", replace "7.1(4)" with: "7.1(2)".

8) Modification to 6.3.2

Paragraph "(1)", replace "respectively on either side of the cable" with: "respectively on either side of the saddle".

9) Modifications to 6.4.3

Paragraph "(1)", replace "proof force" with: "characteristic value of the proof strength".

Сторінка 17

Сторінок 18

Пункт "(1)", "Примітка", замінити "вичерпне проектування" на "вичерпне проектування (див. EN 1993-1-1, 1.5.8)".

10) Зміна до п. 7.2

Пункт "(2)", "Примітка 2", "Таблиця 7.2", останній ряд, замінити "7.1(4)" на "7.1(2)".

11) Зміна до п. 8.3

Пункт "(2)", замінити "(менше ніж приблизно 70 м...)" на "(менше ніж 70 м...)".

Пункт "(4)", замінити "можливих типів втрати стійкості" на "властиві типи втрати стійкості".

Paragraph "(1)", "NOTE", replace "capacity design" with: "capacity design (see EN 1993-1-1, 1.5.8)".

10) Modification to 7.2

Paragraph "(2)", "NOTE 2", "Table 7.2", last row, replace "7.1(4)" with: "7.1(2)".

11) Modifications to 8.3

Paragraph "(2)", replace "(less than about 70 m....)" with: "(less than 70 m....)".

Paragraph "(4)", replace "buckling modes" with: "eigen modes".

Сторінка 18

Сторінок 18

Код УКУД 91.010.30; 91.080.10; 93.040

Ключові слова: розтягнуті елементи, канати, дроти, пасма, затискачі, муфти, довговічність, надійність, безпека, антикорозійний захист.