НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЄВРОКОД 3 ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Частина 1-11. Проектування конструкцій з розтягнутими елементами (EN 1993-1-11:20XX, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:20XX

(проект, остаточна редакція)

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

2012

ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського»

ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: **Р. Ганжа,** інж.**; І. Кривко,** інж.**; Ю. Пермякова,** інж.**; Б. Фурман,** інж.**; Р. Харченко,** к.т.н. (науковий керівник)

2 НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 27.12. 2010 № 552

3 Національний стандарт відповідає EN 1993-1-11:2006 Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-11: Design of structures with tension components (Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-11 Проектування конструкцій з розтягнутими елементами).
Ступінь відповідності – ідентичний (IDT)

Переклад з англійської (en)

Цей стандарт видано з дозволу CEN

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

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

© Мінрегіон України, 2012

ЗМІСТ

	Вступ		**Foreword**	VI
1	**Загальні положення**	**1**	**General**	1
1.1	Сфера застосування	1.1	Scope	1
1.2	Нормативні посилання	1.2	Normative references	4
1.3	Терміни і визначення	1.3	Terms and definitions	5
1.4	Позначення	1.4	Simbols	**7**
2	**Основи проектування**	**2**	**Basis of design**	**7**
2.1	Загальні положення	2.1	General	7
2.2	Вимоги	2.2	Requirements	8
2.3	Впливи	2.3	Actions	9
2.4	Розрахункові ситуації та часткові коефіцієнти безпеки	2.4	Design situations and partial factors	12
3	**Матеріал**	**3**	**Material**	13
3.1	Міцність сталей і дротів	3.1	Strength of steels and wires	13
3.2	Модуль пружності	3.2	Modulus of elasticity	14
3.3	Температурний коефіцієнт лінійного розширення	3.3	Coefficient of thermal expansion	17
3.4	Розрізка на мірні по довжині відрізки розтягнутих елементів групи B	3.4	Cutting to length of Group B tension components	17
3.5	Мірні по довжині відрізки та допуски при виготовленні	3.5	Lengths and fabrication tolerances	17
3.6	Коефіцієнт тертя	3.6	Friction coefficients	18
4	**Довговічність дротів, канатів та жмутів**	**4.**	**Durability of wires, ropes and strands**	18
4.1	Загальні вимоги	4.1	General	18
4.2	Антикорозійний захист окремих дротів	4.2	Corrosion protection of individual wires	19
4.3	Захист від корозії внутрішньої частини розтягнутих елементів групи B	4.3	Corrosion protection of the interior of group b tension components	19
4.4	Антикорозійний захист зовнішньої частини розтягнутих елементів групи B	4.4	Corrosion protection of the exterior of Group B tension components	20
4.5	Захист від корозії розтягнутих елементів групи C	4.5	Corrosion protection of Group C tension components	21
4.6	Захист від корозії в місцях з’єднань	4.6	Corrosion protection at connections	22
5	**Розрахунок будівельних конструкцій**	**5**	**Structural analysis**	22
5.1	Загальні положення	5.1	General	22
5.2	Перехідна фаза будівництва	5.2	Transient construction phase	22
5.3	Постійні розрахункові стани конструкцій під час експлуатації	5.3	Persistent design situation during service	23
5.4	Нелінійні впливи при урахуванні деформації	5.4	Non-linear effects from deformations	24
6	**Граничні стани по безпеці**	**6**	**Ultimate limit states**	25
6.1	Системи із розтягнутими стрижнями	6.1	Tension rod systems	25
6.2	Попередньо напружені стрижні та комплектуючі елементи системи груп B та C	6.2	Prestressing bars and Group B and C components	25
6.3	Сідла	6.3	Saddles	28
6.4	Зажими	6.4	Clamps	31
7	**Граничні системи по здатності до**	**7**	**Serviceability limit states**	33

нормальної експлуатації
7.1 Критерії здатності до нормальної експлуатації — 7.1 Serviceability criteria — 33
7.2 Граничні напруження — 7.2 Stress limits — 34
8 Вібрації вант — 8 Vibrations of cables — 35
8.1 Загальні відомості — 8.1 General — 35
8.2 Заходи щодо обмежень вібрації канатів — 8.2 Measures to limit vibrations of cables — 36
8.3 Оцінка ризиків — 8.3 Estimation of risks — 37
9 Втомленість — 9 Fatigue — 38
9.1 Загальні відомості — 9.1 General — 38
9.2 Флотаційні осьові навантаження — 9.2 Fluctuating axial loads — 38
Додаток А (довідковий). Вимоги до виробів для розтягнутих елементів — Annex A (informative) Product requirements for tension components — 40
Додаток В (довідковий). Транспортування, складування, вантажно-розвантажувальні роботи — Annex B (informative) Transport, storage, handling — 46
Додаток С (довідковий). Відомості щодо відповідності державних стандартів європейським стандартам — Annex C (informative) Glossary — 47
Додаток НА (довідковий) — Annex HA (informative) — 52

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад 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).

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

До національного стандарту долучено англомовний текст.

На території України як національний стандарт діє ліва колонка тексту ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2006 «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 1993-1-11» у цей «національний вступ» взяте те, що безпосередньо стосується цього стандарту;

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

Організація, відповідальна за цей документ, – Товариство з обмеженою відповідальністю «Український інститут сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського»

При розробленні цього стандарту в україномовний текст редакційних змін, порівняно з оригіналом, не внесено.

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 підтвердження не пізніше квітня 2007р. Суперечить Національному Стандарту відкликані не пізніше березня 2010р. Даний Єврокод частково замінює ENV 1993-2.

У відповідності до CEN-CENELEC Міжнародних правил, Організації Національних положень Стандартів наступних країн повинні забезпечити виконання даного Європейського стандарту: Австрія, Бельгія, Великобританія, Германія, Греція, Данія, Естонія, Ірландія, Ісландія, Італія, Іспанія, Кіпр, Латвія, Литва, Люксембург, Мальта, Нідерланди, Норвегія, Польща, Португалія, Руминія, Словакія, Словенія, Угорщина, Фінляндія, Франція, Чеська Республіка, Швейцарія, Швеція та ін.

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.

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 документу включають національні додатки з параметрами, що установлені на національному рівні, який робить можливим розрахунок конструкцій будівель і інженерних споруд, що будуються в конкретній країні.

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.

Національний вибір допускається в таких пунктах даного нормативного документу:

- 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).

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).

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЄВРОКОД 3. ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЧАСТИНА 1-11. ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ З РОЗТЯГНУТИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

ЕВРОКОД 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЧАСТЬ 1-11. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ С РАСТЯГИВАЕМЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

EUROCODE 3. DESIGN OF STEEL STRUCTURES - PART 1-11: DESIGN OF STRUCTURES WITH TENSION COMPONENTS

Чинний від _____

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 заміненими, наприклад, ванти висячих мостів або мостів із зовнішнім попереднім напруженням, не є предметом розгляду в даній частині технічного стандарту, що не виключає можливість застосування норм даного нормативного документу і в цих випадках.

(2) Даний нормативний документ також містить в собі правила для розробки

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

технічних вимог щодо збірних розтягнутих елементів, для оцінки їхньої безпеки, експлуатаційної надійності та довговічності.

determining the technical requirements for prefabricated tension components for assessing their safety, serviceability and durability.

Таблиця 1.1 - Групи розтягнутих елементів
Table 1.1 - Groups of tension components

Група **Group**	**Головний розтягнутий елемент** **Main tension element**	**Конструктивний елемент** **Component**
A	стрижень (пруток) rod (bar)	системи із розтягувальних стрижнів, попередньо напружений стрижень tension rod (bar) system, prestressing bar
B	круглий дріт circular wire	канат спірально-жмутовий spiral strand rope
	круглий дріт та скручений дріт circular and Z-wires	канат закритого сплетіння fully locked coil rope
	круглий та Z-подібний дріт circular wire and stranded wire	канат із жмутів strand rope
C	круглий дріт circular wire	жмут із паралельних дротів (PWS) parallel wire strand (PWS)
		жмут із паралельних дротів bundle of parallel wires
	жмут із семи паралельних дротів (попередньо напружений) seven wire (prestressing) strand	жмут із паралельних жмутів bundle of parallel strands

Примітка 1: Вироби групи A мають суцільний поперечний переріз круглої форми та поєднані з кінцевими кріпленнями, спорядженими різьбою. Звичайно вони використовуються для:
– в'язей жорсткості в покрівлях, стінових огородженнях, системах прогонів;
– відтяжок елементів покрівлі, пілонів;
– систем натягу для метало-дерев'яних ферм, сталевих конструкцій та просторових систем.

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

Примітка 2: Вироби групи B складаються із дротів, що закріплені в муфтах або мають інші кінцеві кріплення та виготовляються головним чином діаметрами від 5мм до 160 мм, див. EN 12385-2.
Спірально-жмутові 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 в вантових мережах, дерев'яних та сталевих фермах;
– поручнів балконів, огороджень мостів та ін.

Канати закритого сплетіння виготовляються

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

діаметрами від 20мм до 180 мм та використовуються у вигляді:
– відтяжок несучих вант та підвісок для мостових споруд;
– несучих та стабілізуючих вант в вантових фермах;
– конструктивних вант в вантових мережах;
– відтяжок пілонів, щогл, систем.

Конструкційні канати із жмутів використовуються головним чином для:
– відтяжок щогл і антен;
– підвісок в висячих мостах;
– демпферів/поперечних в'язів поміж відтяжками;
– конструктивних вант для оболонок із тканини;
– огороджуючих вант для поручнів балконів, мостів та огороджень.

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 жмутів 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;
– металеві наконечники та металеві з'єднувачі,
див. EN 13411-3;
– обтискні муфти і гільзи;
– зажими для дротових канатів із U-подібним болтом, 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 публікаціях. Ці нормативні посилання наведені у відповідних місцях тексту, а публікації наведені нижче. Для датованих посилань наступні їх поправки або

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.

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

перегляд будь-яких з цих публікацій застосовують до цього європейського нормативного документу при внесенні в нього поправок. Для недатованих посилань застосовують останнє видання публікації, на яку посилаються.

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. Попередньо напружені сталеві елементи
Частина 1. Загальні вимоги
Частина 2. Дріт
Частина 3. Жмути
Частина 4. Прутки

EN 10138 Prestressing steels
Part 1 General requirements
Part 2 Wires
Part 3 Strands
Part 4 Bars

EN 10244. Сталевий дріт і дротові вироби. Покриття із кольорових металів на сталевому дроті
Частина 1. Загальні вимоги
Частина 2. Покриття із цинку і цинкових сплавів
Частина 3. Алюмінієві покриття

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. Сталевий дріт і дротові вироби. Сталевий дріт для канатів
Частина 1. Загальні вимоги
Частина 2. Холоднотягнутий нелегований дріт для канатів загального користування
Частина 3. Холоднотягнутий нелегований сталевий дріт холодного формування для використання в виробах, що працюють в умовах високих розтягуючих зусиль
Частина 4. Нержавіючий сталевий дріт

EN 10264 Steel wire and wire products – Steel wire for ropes
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. Сталеві дротові канати – безпека.
Частина 1. Загальні вимоги
Частина 2. Визначення, позначення та класифікація
Частина 3. Інформація по використанню і експлуатації
Частина 4. Канати із жмутів для використання на підйомних роботах загального призначення
Частина 10. Канати спірального сплетіння для конструкційного застосування загального призначення.

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. Кінцевики для сталевих дротових канатів – безпека.
Частина 3. Зажими (муфти) і їх кріплення.
Частина 4. Металеві і полімерні гнізда
Частина 5. U-подібні болтові зажими для дротових канатів

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 Терміни і визначення

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

1.3.1 жмут

елемент канату, складений з пучка дротів відповідної форми та розмірів, які сплетені спірально в тому ж або протилежному напрямах, в один або декілька шарів навколо стрижневої серцевини

1.3.2 канат із жмутів

пучок із кількох жмутів, сплетених спірально в один або декілька шарів навколо серцевини (одношарового канату) або центру (що чинить опір розкручуванню), або паралельно закритого канату

1.3.3 канат спіральний

пучок із щонайменше двох шарів дротів, сплетених спірально навколо центрального дроту

1.3.4 канат спірально-жмутовий

спіральний канат, що містить в собі лише круглий дріт

1.3.5 канат закритого сплетіння

спіральний канат закритого сплетіння із зовнішнім шаром Z-подібного дроту

1.3.6 коефіцієнт заповнення *f*

відношення суми номінальних площ поперечних перерізів металевої частини всіх дротів в канаті A і периферичної площі канату A_u, одержаної виходячи із його номінального діаметру d

1.3.7 коефіцієнт урахування втрат від сплетіння *k*

коефіцієнт ослаблення конструкції канату, що включений в коефіцієнт впливу на розрив K

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 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 коефіцієнт впливу на розрив *K*

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

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:

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

де f – коефіцієнт заповнення канату;
k – коефіцієнт урахування втрат від сплетіння

where f is the fill factor for the rope
k is the spinning loss factor

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

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

1.3.9 мінімальне зусилля розриву F_{min}

мінімальне зусилля розриву, яке визначається таким чином:

1.3.9 minimum breaking force (F_{min})

minimum breaking force which should be obtained as follows:

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

де d – діаметр канату;
K – коефіцієнт впливу на розрив;
R_r – марка канату, Н/мм^2

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 марка канату R_r

рівень вимог до зусилля розриву, яке позначається числом
(наприклад, 1770 Н/мм^2, 1960 Н/мм^2)

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 канату не обов’язково відповідають маркам міцності на розтяг дротів у канаті.

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

1.3.11 питома вага w:

Власна вага канату, вирахована на основі площі поперечного перерізу металевої частини A_m і довжини канату, з урахуванням густини сталі і системи антикорозійного захисту

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 ванта:

головний конструктивний розтягнутих

1.3.12 cable

main tension component in a structure (e.g.

елементів, (наприклад, відтяжка вантового мосту), що може бути складений із канату, жмутів або пучків паралельних дротів.

a stay cable bridge) which may consist of a rope, strand or bundles of parallel wires or strands

1.4 Позначення

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

(2) Додаткові позначення наведені по місцю їх першого застосування в тексті.

Примітка: одні і ті самі позначення можуть мати різні значення.

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 aredefined where they first occur.

NOTE: Symbols may have various meanings.

2 ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ

2.1 Загальні положення

(1) Проектування конструкцій із розтягнутими елементами повинно здійснюватись згідно загальних норм, наведених 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 по ступеню впливу навколишнього середовища, яка наведена у табл. 2.1.

2 BASIS OF DESIGN

2.1 General

(1)P 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:

Таблиця 2.1 - Класи, що враховують негативні впливи
Table 2.1 - Exposure classes

Вплив втомленості **Fatigue action**	**Дія корозії** **Corrosion action**	
	без зовнішнього впливу **not exposed externally**	**із зовнішнім впливом** **exposed externally**
без суттєвого впливу втомленості no significant fatigue action	клас1 class 1	клас 2 class 2
переважна дія осьової втомленості mainly axial fatigue action	клас 3 class 3	клас 4 class 4
дія осьової і бокової втомленості 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.

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

2.2 Вимоги

2.2 REQUIREMENTS

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

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

- ULS (граничні стани по безпеці): осьові навантаження, що прикладаються, не можуть перевищувати розрахункового значення несучої здатності при розтягу, див. розділ 6;

ULS: Applied axial loads shall not exceed the design tension resistance, see section 6.

- SLS (граничні стани по придатності до нормальної експлуатації): рівні напружень і деформацій в елементі не можуть перевищувати граничних значень, див. розділ 7.

SLS: Stress and strain levels in the component shall not exceed the limiting values, see section 7.

Примітка: з метою забезпечення потрібної довговічності перевірки на експлуатаційну надійність можуть мати більш високий приорітет над перевірками на ULS.

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

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

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

Примітка: Внаслідок труднощів моделювання збудженого стану розтягуваного елементу перевірки по SLS повинні бути проведені додатково до перевірок на втомленість.

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

(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).

В таких випадках постійне навантаження, яке складається із дій гравітаційних сил «G» і попереднього натягнення «P», повинно розглядатись як сумарне постійне

In such cases permanent actions, which should consist of actions from gravity loads "G"and prestress "P",should be considered as a single permanent action "G+P" to which the relevant

навантаження «G+P», до якого необхідно застосувати часткові коефіцієнти безпеки «G_i», див розділ 5.

partial factors «G_i» should be applied, see section 5

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

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

(3) Будь-які пристосування до розтягнутих елементів заводського виготовлення (напр., сідла та зажими) повинні проектуватись із урахуванням граничного стану по безпеці і граничного стану по експлуатаційній надійності, використовуючи розривне зусилля або усталену міцність канатів на силове навантаження, див. розділ 6. Втомленість- див. EN 1993-1-9.

(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.

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

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 Впливи

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 приведені у відповідних частинах EN 12385.

(2) Для спіральних жмутів, жмутів закритого сплетіння або конструкційних дротових канатів номінальна власна вага g_k може бути визначена таким чином:

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:

$$g_k = w\, A_m\,, \qquad (2.1)$$

де A_m – площа поперечного перерізу металевих елементів, мм^2; w – питома вага з урахуванням густини сталі і систем антикорозійного захисту (таблиця 2.2), Н/мм^3.

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 може бути визначена по формулі

(3) A_m may be determined from

$$A_m = \frac{\pi\, d^2}{4}\,.\,f\,, \qquad (2.2)$$

де d – зовнішній діаметр канату або жмута із урахування антикорозійного покриття, мм;

f – коефіцієнт заповнення, див. таблицю 2.2.

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- Питома вага w і коефіцієнт заповнення f
Table 2.2- Unit weight w and fill-factors f

	Тип канату	**Коефіцієнт заповнення f Fill factor *f***							**Питома вага w x 10^{-7} Н/мм³ unit weight $w \times 10^{-7}$ N/mm³**
		Дріт серцевина+ 1 шар із Z-подібного дроту Core wires + 1 layer Z - wires	**Дріт серцевина+2 шари із Z -подібного дроту Core wires + 2 layer Z - wires**	**Дріт серцевина+ більше 2х шарів із Z -подібного дроту Core wires + >2 layer Z - wires**	**Кількість шарів дроту навколо серцевини Number of wire layers around core wire**				
					1	**2**	**3-6**	**>6**	
1	Канати спіральні жмутові Spiral strand ropes				0,77	0,76	0,75	0,73	830
2	Канати закритого сплетіння Fully locked coil ropes	0,81	0,84	0,88					830
3	Канати жмутові із круглого дроту Circular wire strand ropes				0,56				930

(4) Для канатів, складених із паралельних дротів або паралельних жмутів, площа поперечного перерізу металевої частини визначається по формулі

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

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

де n – кількість окремих дротів або жмутів канату;

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

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

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 по вазі окремих сталевих дротів або жмутів та вазі захисного матеріалу (НДРЕ, воску і т. п.).

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

(1) Вітрові дії, що повинні прийматись до уваги, включають:
– статичні дії вітрового потоку,
див. EN 1991-1-4, включаючи прогини і кути повороту, які викликають згинальні моменти біля кінцевих кріплень канатів;
– аеродинамічні та інші збурення, що викликають можливі коливання канатів, див. розділ 8.

2.3.3 Навантаження від ожеледиці (обледеніння)

(1) Навантаження від ожеледиці див. Додаток B EN 1993-3-1.

2.3.4 Теплові дії

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

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

2.3.5 Попереднє натяжіння

(1) Попереднє натяжіння вант повинно бути таким, щоб після прикладення всіх постійних навантажень конструкція набувала потрібні геометричні обриси і необхідний розподіл напружень в них.

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

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

2.3.2 Wind actions

(1) The wind effects to be taken into account should include:
– 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 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 Заміна та втрата розтягнутих елементів

(1) Заміна не менш ніж одного розтягнутого елемента повинна бути прийнята до уваги при проектуванні як перехідний 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 прийнята до уваги як випадковий стан конструкції.

Примітка 1: Національний Додаток може визначати, де такий випадковий стан конструкції може з'явитись , а також включати вимоги щодо забезпечення безпеки та умови навантаження для розтягнутих елементів.

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

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:

$$E_d = k\,E_{d2} - E_{d1}\,, \qquad (2.4)$$

де k = 1,5;
E_{d1} – дія на конструкцію без вилучення зіпсованого елемента;
E_{d2} – дія на конструкцію при вилученні відповідного елемента.

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 Навантаження від втомленості

(1) Навантаження від втомленості – див. EN 1991.

2.3.7 Fatigue loads

(1) For fatigue loads see EN 1991.

2.4 Розрахункові ситуації та часткові коефіцієнти безпеки

2.4 DESIGN SITUATIONS AND PARTIAL FACTORS

2.4.1 Перехідні розрахункові ситуації будівництва

(1) На період будівництва частковий коефіцієнт безпеки для постійних навантажень може бути

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

змінений відповідно до конкретних станів конструкції і моделей граничних станів.

Примітка: В Національному Додатку може бути вказаний коефіцієнт безпеки для періоду будівництва. Рекомендовані значення $\gamma_{G,i}$:
γ_G =1,10 – для короткочасного періоду (кілька годин), для установки першого жмуту при технології установок «жмут за жмутом»;
γ_G =1,20 – для установок інших жмутів;
γ_G =1,00 – для навантажень без ускладнень.

2.4.2 Постійні ситуації на протязі експлуатації

(1) Для перевірок на ULS, SLS та втомленість часткові коефіцієнти безпеки можуть бути обгрунтованими:
– складнощами умов досліджень;
– заходами по виключенню згинаючих дій.

Примітка: Відповідні значення γ_M наведені в розділі 6.

3 МАТЕРІАЛ

3.1 Міцністі сталей і дротів

(1) Нормативні значення f_y і f_u конструкційної сталі та $f_{0,2}$ або $f_{0,1}$ та f_u для дроту приймають по відповідним технічним специфікаціям.

Примітка 1: Для сталі – див. EN 1993-1 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 жмутів – див. EN 10138-3.

Примітка 6: Національний Додаток може встановлювати максимальні значення f_u із умов

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:
γ_G = 1,10for a short time period (only a few hours) for the installation of first strand in strand by strand installations
γ_G =1,20 for the installation of other strands
γ_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 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

довговічності.
Значення, що рекомендуються:
для сталевого дроту:
– круглого перерізу: номінальна міцність на розтяг – 1770 Н/мм^2;
– Z – подібного перерізу: номінальна міцність на розтяг – 1570 Н/мм^2;
– для нержавіючого сталевого дроту круглого перерізу номінальна міцність на розтяг – 1450 Н/мм^2.

following values are recommended:
steel wires
– round wires: nominal tensile strength: 1770 N/mm^2
– Z – wires: nominal tensile strength: 1570 N/mm^2
– stainless steel wires: round wires: nominal tensile strength: 1450 N/mm^2

3.2 Модуль пружності

3.2 MODULUS OF ELASTICITY

3.2.1 Розтягнуті елементи групи А

(1) Модуль пружності для розтягнутих елементів E= 210 000 Н/мм^2, для систем, виготовлених із нержавіючих сталей – див. EN 1993-1-4.

3.2.1 Group A tension components

(1) The modulus of elasticity for Group A tension components may be taken as E = 210000 N/mm²; for systems made of stainless steels see 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 натяжінні 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 структурного аналізу розрахункових ситуацій на протязі всього терміну служби. Власне значення установлюють з урахуванням типу ванти та її діаметру і визначають по результатам 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 навантажень.

(3) Для зразків, що випробуються, малої

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 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 ≤

довжини зразка (менше ніж десятикратна довжина сплетіння) одержане значення повзучості буде менше, ніж для вант великої довжини.

10 x lay length) the value of creep obtained will be smaller than for long cables.

Примітка 1: При відсутності більш точних значень вплив, що вказаний вище, приймається до уваги при різанні по довжині шляхом додаткового скорочення на 0,15 мм/м.

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.

Примітка 2: При відсутності результатів випробувань номінальне значення модуля пружності для використання у першому наближенні наведені в табл.иці 3.1. Більш докладніше – див. EN 10138.

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.

Таблиця 3.1- Модуль пружності E_Q, відповідний до змінних навантажень 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/мм²]** **[kN/mm²]**	
		Сталевий дріт **steel wires**	**Нержавіючий сталевий дріт** **stainless steel wires**
1	Спіральні канати із жмутів Spiral strand ropes	150 ± 10	130 ± 10
2	Канати закритого сплетіння Fully locked coil ropes	160 ± 10	–
3	Дротові канати із жмутів CWR Strand wire ropes with CWR	100 ± 10	90 ± 10
4	Дротові канати із жмутів CF Strand wire ropes with CF	80 ± 10	–
5	Пучок паралельних дротів Bundle of parallel wires	205 ± 5	–
6	Пучок паралельних жмутів Bundle of parallel strands	195 ± 5	–

Примітка 3: Номінальні значення модуля пружності E для канатів закритого сплетіння наведені в таблиці 3.1. Ці розрахункові значення застосовуються при циклічному навантажені в діапазоні 30% - 40% від обчисленої міцності на розрив F_{uk}.

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}.

Примітка 4: Канати групи B без попереднього напруження виявляють як пружні, так і залишкові деформації при статичному навантаженні. Такі канати рекомендується піддавати попередньому розтягу перед або після їх установки шляхом циклічного навантаження до максимальної величини 0,456 σ_{uk}. Для розрізання на рівні відрізки такі канати попередньо розтягують із точністю, що припускається обладнанням для регулювання, в

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 0,45σ_{uk}. For cutting to length such cables should be pre-stretched with a precision related to the facilities for in-situ adjustment.

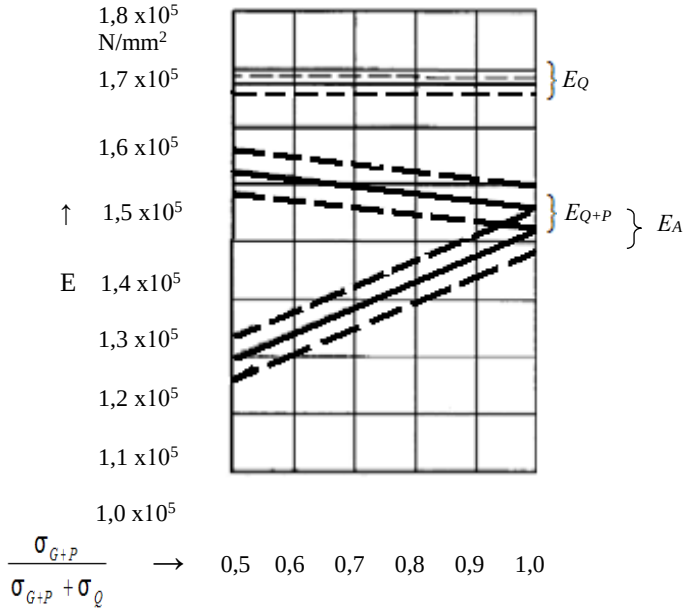
умовах будівельного майданчика.

Примітка 5: Для рисунка 3.1 застосовують такі допущення:
- довжина сплетіння приймається більше 10 х діаметрів;
- мінімальне значення напруженості складає 100Н/мм^2.

Лінійне значення напруженості приймається рівним нижній межі діапазона пружності.

NOTE 5: For Figure 3.1 the following assumptions apply:
- the lay length is greater than 10 × 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.



----- ---- ---- ---- ---- *граничне значення*
limiting value

_____ *середнє значення*
mean value

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

σ_Q – максимальне напруження при змінних нормативних діях;

E_Q – модуль пружності для сталих розрахункових станів конструкцій на протязі терміну служби;

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

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

σ_A – напруження для розрізки 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 Е для канатів закритого сплетіння 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 С

(1) Модуль пружності для розтягнутих елементів групи С приймається по EN 10138 або таблиці 3.1

3.3 Температурний коефіцієнт лінійного розширення

(1) Температурний коефіцієнт лінійного розширення приймається:
- для сталевого дроту
$\alpha_T = 12 \times 10^{-6}\ °C^{-1}$
- для нержавіючого дроту (3.1)
$\alpha_T = 16 \times 10^{-6}\ °C^{-1}$

3.4 Розрізка на мірні по довжині відрізки розтягнутих елементів групи В

(1) Жмути можуть бути замарковані тільки для різання на задану довжину і тільки для різання по приписаній перерізальній силі.

(2) Для точної розрізки на задану довжину повинні бути ураховані такі дані:
− виміряні значення подовження від σ_A і σ_{G+P} після циклічного навантаження згідно 3.2.2 (2);
− різниця між температурою конструкції (звичайно 10 °C) і температурою навколишнього середовища при розрізці на задану довжину;
− довгочасна повзучість ванти під навантаженням;
− додаткове подовження елементу після установки зажимів на них;
− деформація після першого навантаження.

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

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
$\alpha_T = 12 \times 10^{-6}$ *per °C*
for stainless steel wires (3.1)
$\alpha_T = 16 \times 10^{-6}$ *per °C*

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 Мірні по довжині відрізки та допуски при виготовленні

(1) Розмічання повної довжини канату і всіх виміряних точок для кріплення сідел та зажимів виконується під певним попереднім натяжінням.

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

(2) Допуски при виготовленні повинні бути прийнятими після попереднього розтягнення і циклічного навантаження та розвантаження.

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

3.6 Коефіцієнт тертя

(1) Коефіцієнт тертя між канатами закритого сплетіння і сталевим улаштуванням (зажимами, сідлами, фітінгами) 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 ЖМУТІВ

4.1 Загальні вимоги

(1) Для розтягнутих елементів груп B і C з класами дій 2, 4 і 5, згідно таблиці 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.

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) 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) 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.

(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) В місцях установки зажимів або закріплень необхідно вживати додаткові засоби щодо антикорозійного захисту для запобігання проникнення вологи.

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

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

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

4.2 Антикорозійний захист окремих дротів

4.2 CORROSION PROTECTION OF INDIVIDUAL WIRES

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

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

(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.

(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.

Примітка 1: Z- подібний в перерізі дріт звичайно має більш товсте гальванічне покриття із розрахунку 300 г/м^2 враховуючи можливість зменшення товщини покриття на гострих кутах.

NOTE 1: Generally Z-shaped wires are galvanized with a thicker coating thickness of up to 300g/m^2 to allow for a reduction in thickness on sharp corners.

Примітка 2 : Антикорозійний захист дроту із цинкового сплаву Zn95A15 є більш надійним, ніж захист із цинку однакової товщини. Сплав Zn 95 A 15 може використовується для покриття круглого і Z-подібного в перерізі дроту як основний по вазі компонент.

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

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

4.3 Захист від корозії внутрішньої частини розтягнутих елементів, групи B

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

Примітка 1 : До класу активних наповнювачів відноситься поліуретанове масло 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 наповнювачам.

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

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

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 Антикорозійний захист зовнішньої частини розтягнутих елементів групи B

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

Примітка: Таким захистом може бути поліетиленова ізоляція чи збагачена цинком фарба. Мінімальна товщина поліетилену повинна бути рівною 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.

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.

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 μ m polyurethane with zinc dust prime coats;
– 2 × 125 μ m polyurethane with iron mica finishing coats.

(2) Канати 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 Zn95A15 забезпечує в ідентичних умовах в 3 рази кращу опірність корозії, ніж покриття із більшим вмістом лише одного цинку.

(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 Захист від корозії розтягнутих елементів групи С

(1) Розтягнуті елементи групи С звичайно замикають в захисну оболонку із сталевої або поліетиленової трубки, яка задовольняє вимозі 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 жмутів або канатів.

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

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

Примітка 1: Суцільні водонепрохідні матеріали бувають м’якими наповнювачами (масла, віск або м’який полімер) або твердими (цемент). Придатність наповнювачів повинна бути встановлена шляхом випробувань. Перелік

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.

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

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 натяжінням м'яким дротом з гальванічним покриттям, що накладається на шар захисної пасти, достатній для повного заповнення пустот між дротами зовнішнього шару канату та обмотувального дроту. Після видалення надлишків пасти з зовнішньої сторони обмотувального дроту покрита гальванічним цинком поверхня зачищається і фарбується. Особливого відношення потребують місця кріплень вант висячих мостів, де обмотувальний дріт відсутній. Розповсюдженим способом захисту є сушіння навколо жмутів канату.

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 Захист від корозії в місцях з'єднань

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

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

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 РОЗРАХУНОК БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

5.1 Загальні положення

(1) Розрахунок виконується по граничним станам для таких розрахункових ситуацій:

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

5 STRUCTURAL ANALY

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 Перехідна фаза будівництва

(1) Процес будівництва, що включає виготовлення, попереднє натяжіння і геометричну схему споруди, необхідно планувати таким чином, щоб забезпечити

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:

досягнення таких станів:
- геометрична схема споруди, що вимагається;
- розподілення постійно діючих зусиль таким чином, щоб вони задовольняли вимогам експлуатаційної надійності і безпеки для всіх граничних розрахункових ситуацій конструкції.

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

(2) Для контролю відповідності заходам, здійснюваним на протязі всього процесу будівництва (тобто вимірюванням зовнішніх розмірів, схилів, деформацій, частот і сил від будь-яких можливих дій), всі розрахунки повинні здійснюватись з урахуванням постійних навантажень, деформацій та інших дій.

(2) For compliance with control measures throughout the entire construction process (e.g. 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) Там, де граничні стани по безпеці під час попереднього натяжіння контролюються диференційованими діями гравітаційних сил "*G*" і попереднього натяжіння "*P*", частковий коефіцієнт безпеки γ_{Fi}, що використовується для P_i повинен бути визначений для даного конкретного стану.

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

Примітка : У Національному Додатку можуть бути вказані γ_{Pi}, (рекомендується γ_{Pi}=1,00).

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

5.3 Постійні розрахункові стани конструкцій під час експлуатації

5.3 PERSISTENT DESIGN SITUATION DURING SERVICE

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

(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) Для перевірки граничних станів, які забезпечують умови експлуатації, дія *G*+*P* повинна бути включена в відповідну комбінацію навантажень. Для перевірки граничного стану EQU або STR (див. EN 1990) постійні дії *G*+*P* повинні бути помножені на частковий коефіцієнт безпеки $\gamma_{G\ sup}$, 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 $\gamma_{G\ inf}$.

(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 $\gamma_{G\ sup}$, 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 $\gamma_{G\ inf}$.

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

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) Якщо в процесі експлуатації нелінійні дефекти внаслідок деформацій елементів виявляться значними, то ці впливи повинні бути враховані при розрахунках, див. 5.4.

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

5.4 Нелінійні впливи при урахуванні деформації

5.4 NON-LINEAR EFFECTS FROM DEFORMATIONS

5.4.1 Загальні положення

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

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 прийматися до уваги шляхом використання модуля E_t для кожного канату або його сегменту

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:

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

де E – модуль пружності канату, Н/мм^2;
w – питома вага, що приймається по таблиці 2.2, Н/мм^3;
ℓ – довжина канату;
σ – напруження в ванті, Н/мм^2, для станів, вказаних в 5.3, приймається рівним σ_{G+P}.

E is the modulus of elasticity of the cable in N/mm^2
w is the unit weight according to Table 2.2 in N/mm^3
ℓ is the horizontal span of the cable in mm
σ is the stress in the cable in N/mm^2. For situations according to 5.3 it is σ_{G+P} .

5.4.3 Вплив деформацій на конструкцію

(1) В розрахунках із ефектами другого порядку (урахування деформаційної геометрії конструкції) вплив змінних навантажень повинен враховувати початкову деформовану геометричну форму конструкції від постійного

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 "$G + P$"

навантаження для даної температури T_o.

(2) Для розрахунків із ефектами другого порядку при оцінці граничних станів експлуатаційної надійності ці впливи повинні визначатися з використанням характерного сполучення навантажень. Цей вплив може бути використаний для перевірки граничних станів по безпеці згідно 7.2.

(3) В розрахунках із ефектами другого порядку для оцінки нелінійної поведінки конструкції (нелінійна реакція конструкції) при визначенні граничної міцності потрібна постійна геометрична форма конструкції при початковій температурі T_o повинна прийматися в комбінаціях навантажень *"γ_G (G + P)"*. Розрахункові значення змінних впливів $\gamma_Q Q_{k1} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k2}$ можуть прийматися із відповідними допусками на недосконалість конструкції.

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

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 "γ_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 ПО БЕЗПЕЦІ

6 ULTIMATE LIMIT STATES

6.1 Системи із розтягнутими стрижнями

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

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 Попередньо напружені стрижні та складові елементи системи груп B і C

(1) P Для граничного стану по міцності повинна виконуватись умова

6.2 PRE-STRESSING BARS AND GROUP B AND C COMPONENTS

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

$$\frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} \le 1 , \qquad (6.1)$$

де F_{Ed} – розрахункове значення основного зусилля, що діє на канати;
F_{Rd} – розрахунковий опір розтягуванню.

where F_{Ed} is the design value of the axial rope force
F_{Rd} is the design value of the tension resistance.

(2) Розрахунковий опір розтягуванню F_{Rd} приймається по формулі:

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

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

де F_{uk} – нормативне значення розривного зусилля;
F_k – нормативне значення граничного зусилля розтягнутого елемента, згідно таблиці 6.1
γ_R – частковий коефіцієнт безпеки.

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-Допустимий опір розтягнутого елемента
Table 6.1- Proof strength of tension components

Група **Group**	**Відповідний стандарт** **Relevant standard**	**Допустимий опір 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 впливи досягнуть їх розрахункового значення. Для елементів (наприклад, канати закритого сплетіння), де $F_k \geq F_{uk}/1{,}5$, ця перевірка не потрібна.

Примітка 3 : По результатам 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.

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.

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.

Таблиця 6.2 - Значення γ_R, що рекомендуються
Table 6.2 - Recommended γ_R, values

Заходи щодо згинальних моментів 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 станів і розтягнутих елементів групи С нормативне значення міцності на розрив визначається по формулі

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

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

де A_m площа поперечного перерізу металевої частини, див. 2.3.1;
f_{uk} - нормативне значення міцності на розрив стрижнів дроту або попередньо напружених жмутів, згідно відповідному стандарту.

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) Для розтягнутих елементів групи В F_{uk} визначається таким чином

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

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

де k_e – коефіцієнт втрат, приведений в таблиці 6.3 для деяких типів кінцевих зажимів (муфт);
F_{min} – визначається згідно EN 12385-2:

k_e is the loss factor given in Table
where F_{min} is determined according to EN 12385-2 as:

$$F_{min} = \frac{K\, d^2 R_r}{1000}, \ \text{кН}, \qquad (6.5)$$

де K – мінімальний коефіцієнт впливання на розрив, приймаючи до уваги втрати при зкручуванні;
d – номінальний діаметр канату, мм;
R_r – марка канату, Н/мм^2.

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

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/mm^2.

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 зажиму **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 обтисненою муфтою Ferrule-secured eye	0,9
Штампований замок Swaged socket	0,9
U – подібний болт/хомут U-bolt grip	0,8 *)
*) Для U – подібного болта – хомута можливе значення попереднього натяжіння *) For U-bolt grip a reduction of preload is possible.	

6.3 Сідла

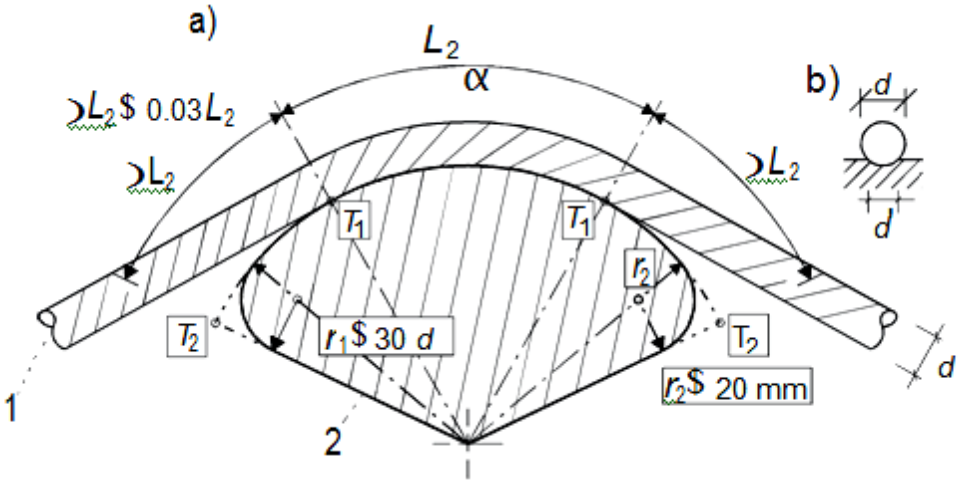
6.3.1 Геометричні умови

(1) На рисунку 6.1, а також в (2) і (3) приведені 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.



1 – канат;
2 – сідло;
L_2 – довжина жмута/канату між двома теоретичними тангенціальними дотичними точками T_1 при найбільш несприятливому характерному сполученні навантажень і ланцюгових впливів.
ΔL_2 – додаткова дуга обхвату;
d'- ширина контакту.

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
d' is the contact width.

Рисунок 6.1 - Укладання канату по сідлу
Figure 6.1- Bedding of a strand/rope over a saddle

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

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

де $Ø$ – діаметр дроту;
d – діаметр канату.

(2) The radius r_1 of the saddle should not be less than the greater of 30d or $r_1 \geq 400Ø$, where
$Ø$ is the diameter of wire;
d is the diameter of the cable;

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

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

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

Примітка : Точки сідла T_i і T_2 повинні бути визначені для відповідних випадків навантаження, приймаючи до уваги рух опор і вант.

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 Проковзування вант в сідлах

6.3.2 Slipping of cables over saddles

(1) Щоб запобігати проковзуванню, необхідне виконання таких умов

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

$$max\left\{\frac{F_{Ed1}}{F_{Ed2}}\right\} \leq e\left\{\frac{\mu\,\alpha}{\gamma_{M,f2}}\right\}, \qquad (6.6)$$

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

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

μ – коефіцієнт тертя між вантою і сідлом;

μ is the coefficient of friction between cable and saddle;

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

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

$\gamma_{M,f2}$ – частковий коефіцієнт безпеки для опору тертю.

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

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

NOTE: The partial factor γ_{Mfr} may be given in the National Annex. The value γ_{Mfr} = 1,65 is recommended.

(2) Якщо умова (1) не задовольняється,

(2) If (1) is not satisfied, clamps should be

необхідно передбачити зажими для виникнення додаткової радіальної сили зажима F_r, такої, щоб

provided to impart an additional radial clamping force F_r such that

$$\frac{F_{Ed1} - \dfrac{k\,F_r\,\mu}{\gamma_{M,f2}}}{F_{Ed2}} \le e^{\left\{\dfrac{\mu\alpha}{\gamma_{M,f2}}\right\}}, \qquad (6.7)$$

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

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

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

$\gamma_{M,fr}$ 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 діаметру, якщо збільшується натяжіння;
c) стиснення ванти або овальність;
d) зменшення попереднього навантаження в болтах хомутів зовнішніми силами;
e) різниця температур.

(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 Поперечний тиск

6.3.3 Transverse pressure

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

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

$$\frac{q_{Ed}}{d_{Rd}} \le 1, \qquad (6.8)$$

де

where

$$q_{Ed} = \frac{F_n}{d/L_2},$$

та

$$0{,}6d \le d' \le d$$

(d' - див. рис. 6.1 в);

$$q_{Rd} = \frac{q_{Rk}}{\gamma_{Mbed}};$$

тут q_{Rk} – граничне значення тиску в поперечному перерізі, яке має бути визначеним згідно результатів випробувань;
γ_{Mbed} – частковий коефіцієнт безпеки.

q_{Rk} is the limiting value of the transverse pressure which shall be determined from tests;
γ_{Mbed} is the partial factor.

Примітка: Для розрахунку q_{Rd} тиск від F_{Ed}, не

NOTE: For calculating q_{Rd} the pressure from F_{Ed1}

потребує розгляду, бо це вже приведено в 6.3.1.

need not be considered as it is covered by the rules in 6.3.1.

(2) При відсутності даних випробувань граничні значення тиску в поперечному перерізі q_{Rk} приймають по таблиці 6.4

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

Таблиця 6.4 – Граничні значення q_{Rk}
Table 6.4 - Limiting values q_{Rk}

Тип ванти **Type of cable**	**q_{Rk} [Н/мм²]** **q_{Rk} [N/mm²]**	
	Сталеві муфти і сідла **Steel clamps and saddles**	**Амортизаційні зажими/муфти та сідла** **Cushioned clamps and saddles**
Канат закритого сплетіння Fully locked coil rope	40	100
Канат спірально-жмутовий Spiral strand rope	25	60

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 ванти.

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

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 Проектування сідел

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

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

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 Зажими

6.4 CLAMPS

6.4.1 Проковзування зажимів

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

(1) P 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

$$F_{Ed} \leq \frac{(F_{Ed1} + F_r)\,\mu}{\gamma_{M\,f}{}^2}\ , \qquad (6.9)$$

де F_{Ed} – компонент зовнішнього

where F_{Ed} is the component of external design

розрахункового навантаження, паралельного ванті;

F_{Ed1} – компонент зовнішнього розрахункового навантаження, перпендикулярно до напрямку ванти;

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

μ - коефіцієнт тертя;

$\gamma_{M,f}^2$ – частковий коефіцієнт безпеки для опору тертю.

Примітка 1: Частковий коефіцієнт безпеки $\gamma_{M,f2}$ може бути вказаний у Національному Додатку; значення, що рекомендується, $\gamma_{M,f2}$=1,65.

Примітка 2: F_r може бути збільшена або зменшена зовнішніми зусиллями згідно характеру їх прикладення до зажиму ванти.

6.4.2 Поперечний тиск

(1) Поперечний тиск у зв'язку із тим, що може бути вжита більша із величини F_{Ed1} або F_{Ed1}+ F_r, повинен задовольняти вимогам 6.3.3.

6.4.3 Проектування зажимів

(1) Зажими та з'єднувальні елементи (наприклад, підвіски до несучої ванти) 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).

Примітка: F_k не має прямого зв'язку із граничними станами (ULS). При використанні F_k виконується розрахунок на вплив максимального допустимого навантаження.

load parallel to the cable;

F_{Ed1} 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;

$\gamma_{M,f2}$ 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.

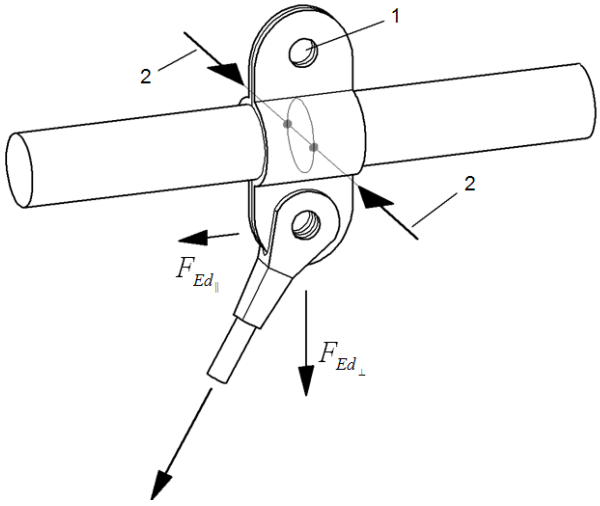
6.4.2 Transverse pressure

(1) The transverse pressure due to the application of the greater of F_{Ed1} or F_{Ed1}+F_r should meet the requirents 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.

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



1 – отвір для попередньо натягнутих болтів;
2 – радіальна сила зажиму F_r від попереднього натяжіння болтів.

1 hole for preloaded bolts
2 preload F_r from preloaded bolts

Рисунок 6.2 - Зажим
Figure 6.2 - Clamp

7 ГРАНИЧНІ СИСТЕМИ ПО ЗДАТНОСТІ ДО НОРМАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

7.1 Критерії здатності до нормальної експлуатації

(1) Враховуються такі критерії до нормальної експлуатації:
1 деформації або вібрації;
2 пружні умови режиму роботи.

Примітка 1: Обмеження по деформаціям або вібраціям пов’язані із необхідністю нормування жорсткості конструктивної схеми, розмірів і попереднього натяжіння розтягнутих високоміцних елементів, а також величини опору проковзуванню кріплень.

Примітка 2: Обмеження по збереженню пружної роботи і довговічності пов’язані із максимальними і мінімальними зусиллями (напруженнями) для сполучень навантажень, суттєвих для придатності до нормальної експлуатації.

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

7 SERVICEABILITY LIMIT STATES

7.1 SERVICEABILITY CRITERIA

(1) The following serviceability criteria should be considered.
1. Deformations or vibrations;
2. Elastic service conditions.

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.

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

(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 впливанню на заходи захисту від корозії, тобто розтріскуванню оболонок, твердінню наповнювачів, розкриттю стиків і т. п., а також урахуванню неточності в розрахунках на утомленість;
– перевірок на ULS (граничних станів по безпеці) від лінійних та нелінійних реакцій на впливи.

(2) Граничні напруження залежать від міцності на розрив

div. формулу (6.3).

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 по формулі

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

при
$\gamma_R\gamma_F$=1,0x1,10=1,10 – для короткотривалих станів;
$\gamma_R\gamma_F$=1,0x1,20=1,20 – для довготривалих станів.

Примітка 3: Граничні напруження визначають по формулі

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

де $\gamma_R\gamma_F$=0,9x1,48=1,33 – з урахуванням напружень від вигину;
$\gamma_R\gamma_F$=1,0x1,48=1,48 – без урахування напружень від вигину.
де γ_F=γ_Q=1,50≈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:

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

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
$\gamma_R\gamma_F$=1,0x1,10=1,10 for short term situations
$\gamma_R\gamma_F$=1,0x1,20=1,20 for long term situations

NOTE 3: The stress limits follow from

$\gamma_R\gamma_F$=0,9x1,48=1,33
with bending stresses
$\gamma_R\gamma_F$=1,0x1,48=1,48 without bending stresses
where
γ_F=γ_Q=1,50≈1,48

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

NOTE 4: The stress limit f_{SLS} = 0,45 σ_{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 на протязі кількох годин First tension components for only a few hours	0,60 σ_{uk}
Після установки інших елементів After instalment of other tension components	0,55 σ_{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 втомленості з урахуванням напружень від вигину*) Fatigue design including bending stresses *)	0,50 σ_{uk}
Розрахунок втомленості без урахування напружень від вигину Fatigue design without bending stresses	0,45 σ_{uk}
Напруження вигину можуть бути зменшеними 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 впливання 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:
a) поштовхами (від дії турбулентності повітряного потоку);
b) від вихроутворення (від вихрів Кармана в потоках повітря за вантою);
c) галопуванням (від самоіндукції);
d) потоковим галопуванням (пружно-текуча взаємодія сусідніх вант);
e) взаємодія ванти з вітром та дощем.

(2) Aerodynamic forces on the cable may be caused by:
a) buffeting (from turbulence in the air flow)
b) vortex shedding (from von Karman vortexes in the wake behind the cable)
c) galloping (self induction)
d) wake galloping (fluid-elastic interaction of neighbouring cables)
e) interaction of wind, rain and cable

Примітка : Галопування неможливе для ванти з

NOTE: Galloping is not possible on a cable

круговим поперечним перерізом у зв'язку із симетрією.
Це явище може виникнути для вант, у яких зовнішня форма змінилась із-за виникнення на них шарів льоду або пилу. Впливи, які викликані прогинами, перерахованими в п.п. c), d), e), є функцією руху ванти (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.

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 c), d) and e) are a function of the motion of the cable (feedback) and are due to the ensuing 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) 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 всією конструкції накладаються одне на одного.

(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 Заходи щодо обмежень вібрації канатів

8.2 MEASURES TO LIMIT VIBRATIONS OF CABLES

(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 точне визначення їх амплітуд, режимів роботи та частот.

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

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

(3) Такі заходи можуть включати в себе:
a) модифікацію поверхні ванти з приданням їй аеродинамічної форми;
b) демпфіруюче облаштування;
c) стабілізуючі ванти (наприклад, кріпильні канати із відповідними з'єднувальними облаштуваннями).

(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 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 ванти-відтяжки (довжиною менше ніж 70-80 м) звичайно не завдають ніякого ризику за виключенням випадку, коли внаслідок нестійкої конструкції (дефектна форма та гнучкий настил) може виникнути параметричний резонанс. Отже, для коротких вант-відтяжок демпфер не потрібний.

(3) Для вант-відтяжок великої довжини (≥80 м) необхідно, щоб критичний коефіцієнт затухання перевищував величину 0,5%. Демпфери можуть бути встановлені на вантах крайніх прогонів, де малоймовірні 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 вилучення 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 ванти-відтяжки знаходиться в межах 20 % від частоти конструкції ω_n або 2 ω_n, необхідні спеціальні заходи. При необхідності стабілізуючі ванти 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/сек) амплітуда вібрації вант не перевищувала L/500, де L- довжина канату.

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) 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 ω_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 ВТОМЛЕНІСТЬ

9.1 Загальні відомості

(1) Втомлювана міцність розтягуваних елементів для класів впливів 3, 4 і 5 повинна визначатись згідно таблиці 2.1 із використанням втомлюваних впливів по EN 1991 і відповідної категорії конструктивних деталей.

(2) Втомлюване руйнування канатних систем звичайно здійснюється в місцях кріплення сідел і зажимів. Ефективну категорію деталей для цих місць рекомендується визначати по випробуванням, в яких відтворюються будь-які згинальні впливи або поперечні напруження, практично можливі. Оцінка даних випробувань повинна здійснюватись згідно EN 1990, додаток 1.

9.2 Флотаційні осьові навантаження

(1) При відсутності деяких випробувань, описаних в 9.1 (2), криві втомлюваної міцності і категорії деталей можуть бути одержані із рисунка 9.1 і таблиці 9.1 відповідно

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.

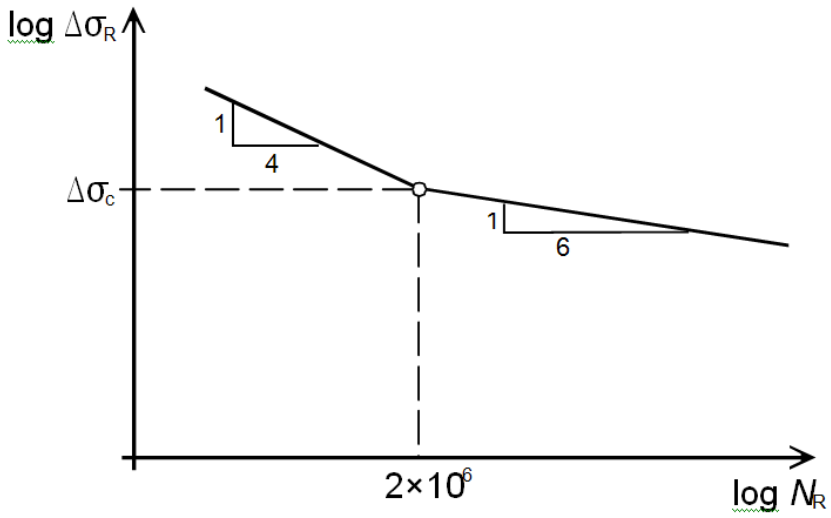


Рисунок 9.1- Криві втомлюваної міцності для розтягнутих елементів конструкції
Figure 9.1- Fatigue strength curves for tension components

Таблиця 9.1- Конструкції деталей для втомлюваної міцності, згідно EN 1993-1-9.
Table 9.1- Detail categories for fatigue strength according to EN 1993-1-9

Група Groupp	**Розтягнуті елементи Tension components**		**Категорія деталей Detail category $\Delta\sigma_C$ [N/mm²]**
A	1	Попередньо напружені стрижні Prestressing bars	105
B	2	Канат закритого сплетіння з металевим або полімерним муфтовим з'єднанням Fully locked coil rope with metal or resin socketing	150
	3	Спіральні жмути із металевим або полімерним муфтовим з'єднанням Spiral strands with metal or resin socketing	150
C	4	Пучок із паралельних дротових жмутів із епоксидним муфтовим з'єднанням Parallel wire strands with epoxy socketing	160
	5	Зв'язка паралельних жмутів Bundle of parallel strands	160
	6	Зв'язка паралельних дротів Bundle of parallel wires	160

Примітка : Категорія деталей в таблиці 9.1 відноситься до класів несприятливих впливів 3 і 4 згідно таблиці 2.1. Для осьових і поперечних втомлюваних впливів (клас впливу 5 згідно таблиці 2.1) необхідні додаткові захисні заходи для того, щоб звести згинальні напруження до мінімуму.

(2) категорії деталей, приведені в (1), дійсні при таких умовах:
a) ванти з муфтами відповідають основним вимогам додатку A;
b) конструкції вант, сідел та зажимів відповідають розділу 6;
c) значні аеродинамічні коливання вант обмежені, див. розділ 8;
d) забезпечують відповідний захист від корозії, див. розділ 4.

(3) Оцінка втомленості див. EN 1993-1-9.

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) 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)

ВИМОГИ ДО ВИРОБІВ ДЛЯ РОЗТЯГНУТИХ ЕЛЕМЕНТІВ

А.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 оточуючого 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 жмутів

А.2 Основні вимоги

(1) Розтягнуті елементи повинні відповідати таким критеріям:

1 забезпечувати міцність та гнучкість канатної системи і її кінцевих закріплень;

2 бути витривалими до дії коливань від осьових навантажень, згинальних напружень кутових відхилень, ланцюгових впливів від вітрових навантажень та дефектам монтажу;

3 їх поздовжня та згинальна жорсткість повинна забезпечувати стійкість вантової системи (наприклад за допомогою гарантованого попереднього натяжіння);

4 забезпечувати захист ванти і місць її кріплення від корозії;

5 стійкість до стирання в місцях контакту рухомих сталевих деталей.

ANNEX A
[informative]

PRODUCT REQUIREMENTS FOR TENSION COMPONENTS

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) Кінцеві муфти та місця кріплення розтягнутих елементів повинні бути запроектовані таким чином, щоб:

1 несуча здатність розтягнутого елемента досягалась до появи будь-якої пластичної або іншої остаточної деформації в місцях анкерування або на кожному несучому елементі;

2 їх розрахунковий опір утомленості перевищував міцність елементів при розрахунках на втомленість;

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 неточностей при виготовлені і монтажу;

5 мати можливість заміни розтягнутих елементів при перенатяжінні.

(3) Вищенаведені вимоги повинні забезпечуватись таким чином:

– відповідним підбором матеріалів для дротів жмутів сталевих елементів і захисних покриттів;

– вибором форми конструкцій з врахуванням необхідних міцності, жорсткості, пластичності, довговічності та надійності при виготовленні, транспортуванні, відвантаженні та монтажу;

– 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,

(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. 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

повинні задовольняти відповідним європейським технічним специфікаціям

the relevant European technical specifications.

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

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

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

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 Вимоги до випробувань

A.4 Requirements for tests

A.4.1 Загальні положення

A.4.1 General

(1) Випробування дротів, жмутів, прутиків розтягнутих елементів в зборі повинні гарантувати їх роботу у відповідності з необхідними вимогами.

(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 натяжіння ванти в конструкції для виміру всіх необхідних параметрів.

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

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

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

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

Таблиця А.4.1 - Вимоги до випробувань на втомленість
Table A.4.1- Testing requirements for fatigue

Тип випробувань **Type of test**	**Навантаження при втомлюванності у випробуваннях до руйнації** **Fatigue loading before fracture test**
Випробування на дію осьового навантаження (класи 3 і 4) axial test (class 3 and 4)	σ_{sup} = 0,45σ_{uk} $\Delta\sigma$ відповідно $\Delta\sigma_C$ наведеному в табл. 9. 1 цикли навантажень $\Delta\sigma$ according to $\Delta\sigma_C$ given in Table 9. $\Delta\alpha$ = 0 n= 2×10^6 цикли (cycles)
Випробування на дію осьового навантаження і випробування на дію згинальних моментів (клас 5) axial and flexural test (class 5)	σ_{sup} = 0,45σ_{uk} $\Delta\sigma$ відповідно $\Delta\sigma_C$ наведеному в табл. 9. 1 цикли навантажень $\Delta\sigma$ according to $\Delta\sigma_C$ given in Table 9.1 $\Delta\alpha$ = 0 – 10 мілі радіани (milli radians) (0 – 0,7 градуси (degrees)) n= 2×10^6 цикли (cycles)

(4) Якщо розтягнутий елемент знаходиться під дією навантаження втомленості і опір втомленості перевіряється відповідно 9.2(2), то слід виконати хоча б по одному випробуванню для кожного діаметру елемента. Слід перевіряти, щоб при випробуваннях на дію осьового навантаження, якщо σ_{sup} = 0, 45 і $\Delta\sigma$ = 1, 25$\Delta\sigma_c$ (див. табл. 9.1) кількість розірваних дротів після $2\cdot10^6$ циклів навантаження не перевищувало 2% від загальної кількості дротів. Під час випробувань на втомленість не повинно бути ніякого руйнування в анкерному матеріалі або в будь-якому елементі анкерування. Ніяке руйнування не допускається для стрижнів.

(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 σ_{sup} = 0,45 σ_{uk} and $\Delta\sigma$ = 1,25 $\Delta\sigma_C$ (see Table 9.1) the number of broken wires after $2\cdot10^6$ 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 30*d* (див. малюнок 6.1), то необхідно провести випробування, як описано в (2) і (3), при цьому $\Delta\alpha$ визначається по закругленому радіусу.

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

(6) Після навантаження втомлюваності зразок, який випробовується, слід завантажити до руйнування / злому і витримати мінімальне зусилля на розтяг, що дорівнює більшого 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

(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%.

ніж 1,5%.

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

(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.

А.4.2 Основні розтягнуті елементи

A.4.2 Main tension elements

А.4.2.1 Дріт

A.4.2.1 Wires

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

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

А.4.2.2 Жмути

A.4.2.2 Strands

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

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

А.4.2.3 Стрижні

A.4.2.3 Bars

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

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

А.4.3 Жмути і канати в зборі

A.4.3 Strands and complete cables

(1) Якщо використовуються різні розміри одного типу жмутів 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.

(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.

А.4.4 Коефіцієнт тертя

A.4.4 Coefficient of friction

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

- вплив осьових навантажень на діаметр жмутів;
-повзучість внаслідок попереднього

(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;

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 в зборі, включно з анкерними пристроями, вантовою захисною трубкою і 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.

ДОДАТОК В
(довідковий)

ТРАНСПОРТУВАННЯ, СКЛАДУВАННЯ І ВАНТАЖНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНІ РОБОТИ

(1) Спіральні жмути і канати закритого сплетіння поставляються в бухтах або намотаними на барабан.

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

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

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

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

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

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

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

ANNEX B
[informative]

TRANSPORT, STORAGE, HANDLING

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

(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.

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

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

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

ДОДАТОК С
(довідковий)

ANNEX C
[informative]

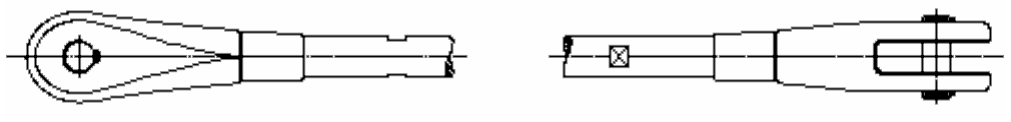
СЛОВНИК ТЕРМІНІВ

GLOSSARY

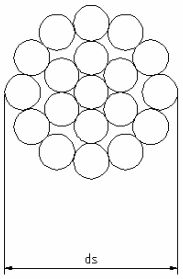
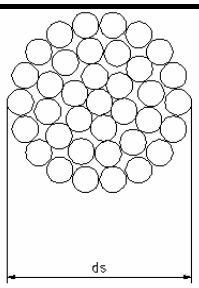
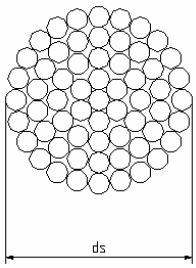
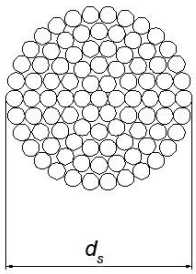
Примітка: див. EN 12385, частина 2

NOTE: See EN 12385, Part 2.

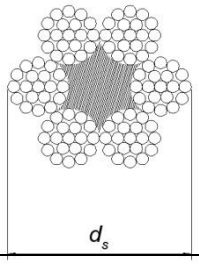
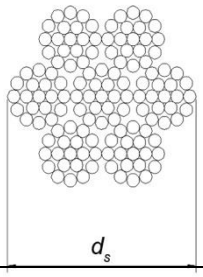
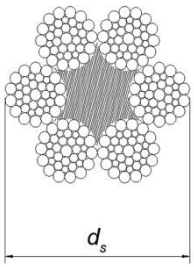
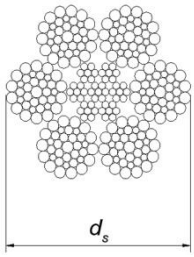
С.1 Вироби групи А
C.1 Products Group A

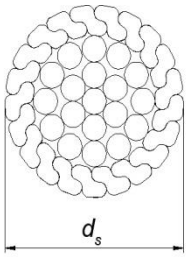
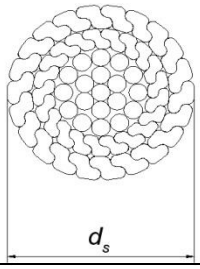
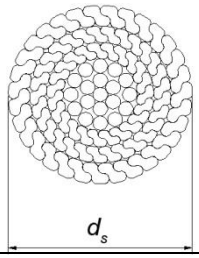
Система з натягнутими стрижнями **Tension rod system**


С.2 Вироби групи В
C.2 Products Group B

Канати спірально-жмутові **Spiral strand rope**				
				
Конструктивна 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
Жмут Strand	1	1	1	1
Кількість дротів на жмут Wire per strand	19	37	61	91
Кількість дротів в зовнішньому шарі жмута 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
Коефіцієнт впливу на розрив F Breaking force factor *K*	0,525	0,52	0,51	0,51

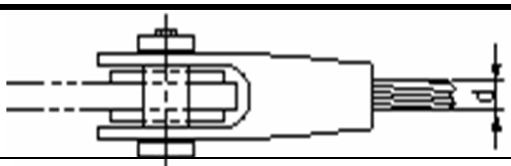
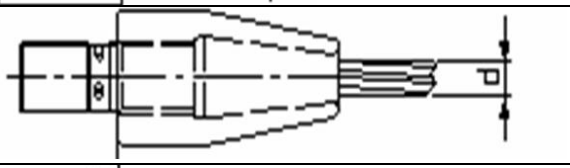
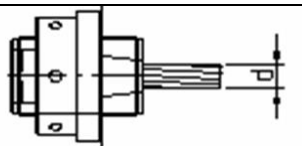
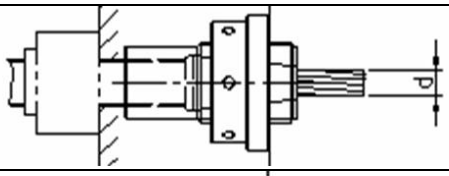
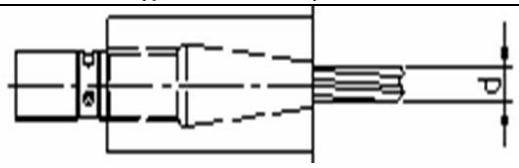
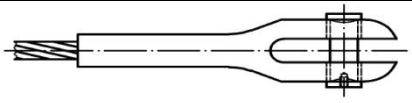
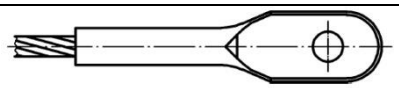
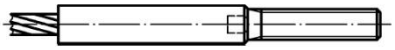
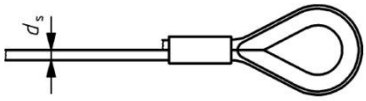
Кінець талиці С.2
End of Table C.2

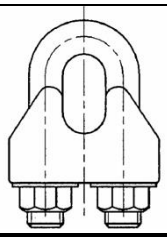
Канати із жмутів **Strand rope**				
				
Конструктивна формула Construction	6 X 19 - CF	6 X 19 - CWS	6 X 36WS - CF	6 X 36 WS- CWR
Діаметр d_S [мм] Diameter d_S [mm]	6 to 40	6 to 40	6 to 40	6 to 40
Кількість жмутів Strand	6	6	6	6
Кількість дротів на жмут Wire per strand	18	18	36	36
Кількість дротів в зовнішньому шару жмута	12	12	14	14
Номінальний коефіцієнт площі поперечного перерізу металу С Nominal metallic area factor *C*	0,357	0,414	0,393	0,455
Коефіцієнт впливу на розрив F Breaking force factor *K*	0,307	0,332	0,329	0,355

Канати з повністю закритим сплетінням **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	25до (to) 50	40 до (to) 180
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 впливу на розривF Breaking force factor *K*	0,585	0,607	0,643

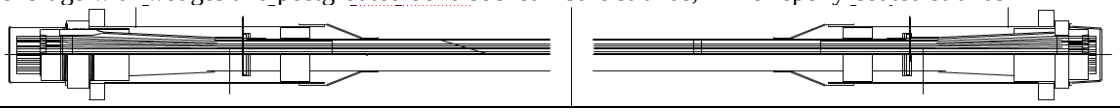
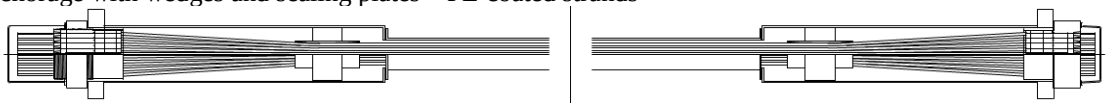
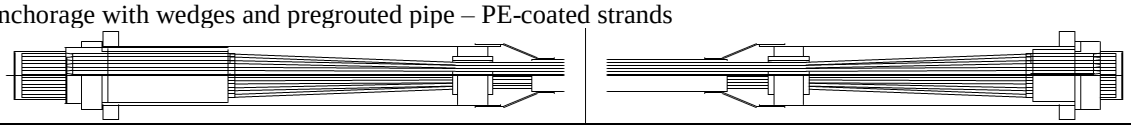
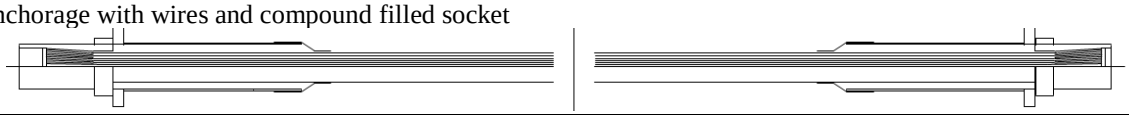
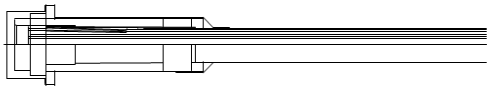
Примітка*:* Національний коефіцієнт площі поперечного перерізу металевого дроту і коефіцієнт впливу на розрив приймаються у відповідності з EN 12385-2.
NOTE: Nominal metallic area factor and breaking force factor acc. EN 12385-2.

С.3 З’єднувачі кінців дротового канату
C.3 Wire rope end connectors

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**	
Відкрита оцинкована муфта Open spelter socket	
Циліндрична муфта Cylindrical socket	
Конічна муфта з внутрішньою різьбою і розтягнутим стрижнем Conical socket with internal thread and tension rod	
Циліндрична муфта з внутрішньою різьбою і розтягнутим стрижнем Cylindrical socket with external thread and nut	
Циліндрична муфта з зовнішньою і внутрішньою різьбою і гайкою Cylindrical socket with internal and external thread and nut	
Циліндрична муфта з зовнішньою різьбою і розтягнутим стержнем Cylindrical socket with internal thread and tension rod	
Зєднувачі дротових канатів кінцеві, обжимні **Wire rope end connectors swaged**	
Відкрита обжимна муфта Open swaged socket	
Закрита обжимна муфта Closed swaged socket	
Обжимна кінцівка з різьбою Swaged fitting with thread	
Коуш з алюмінієвим обжимним ободом у відповідності з EN13411-3 Thimble with swaged aluminium	

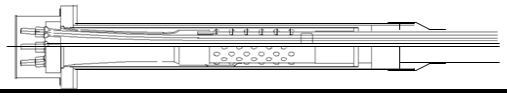
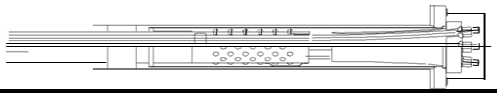
U – подібний болт з двома гайками для затиску каната у відповідності з EN 13411-5 U-bolt grip acc. EN 13411-5	

C.4 Вироби групи C
C.4 Product Group C

Неізольовані жмути, жмути, 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 – неізольовані жмути, 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 жмути Anchorage with wedges and sealing plates – PE-coated strands 	
Анкерування за допомогою клинів і трубки попередньо заповненої розчином – покриті поліестером жмути 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 **Wires**	

Анкерування наконечника (кінцівки ванти) Live end anchorage	Анкерування наконечника (кінцівки ванти) Live end anchorage
Анкерування одинарного стрижня Anchorage with single bar 	

Кінець таблиці С.2

Анкерування декількох стрижнів зі сталевою обоймою 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)»
1	2	3
EN 12385	IDT	
EN 12385, Part 4 and Part 10		
EN 12385-2		
EN 13411-3	IDT	
EN 13411-4	IDT	
EN 13411-5	IDT	
EN 10138 Prestressing steels Part 1 General requirements Part 2 Wires Part 3 Strands Part 4 Bars	IDT	EN 10138. Попередньо напружені сталеві елементи Частина 1. Загальні вимоги Частина 2. Дріт Частина 3. Жмути Частина 4. Прутки
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	IDT	EN 12385. Сталеві дротові канати – безпека. Частина 1. Загальні вимоги Частина 2. Визначення, позначення та класифікація Частина 3. Інформація по використанню і експлуатації Частина 4. Канати із жмутів для використання на підйомних роботах загального призначення Частина 10. Канати спірального сплетіння для конструкційного застосування загального призначення.

1	2	3
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	IDT	EN 13411. Кінцевики для сталевих дротових канатів – безпека. Частина 3. Зажими (муфти) і їх кріплення. Частина 4. Металеві і полімерні гнізда Частина 5. U-подібні болтові зажими для дротових канатів
EN 10264 Steel wire and wire products – Steel wire for ropes 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	IDT	EN 10264. Сталевий дріт і дротові вироби. Сталевий дріт для канатів Частина 1. Загальні вимоги Частина 2. Холоднотягнутий нелегований дріт для канатів загального користування Частина 3. Холоднотягнутий нелегований сталевий дріт холодного формування для використання в виробах, що працюють в умовах високих розтягуючих зусиль Частина 4. Нержавіючий сталевий дріт
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	IDT	EN 10244. Сталевий дріт і дротові вироби. Покриття із кольорових металів на сталевому дроті Частина 1. Загальні вимоги Частина 2. Покриття із цинку і цинкових сплавів Частина 3. Алюмінієві покриття
EN 1991	IDT	
EN 10264	IDT	
EN 12385	IDT	
EN 1993-1	IDT	
EN 1993-1-1	IDT	
EN 1993-1-4	IDT	
EN 1993-1-9	IDT	

Код УКНД : 91.010.30; 91.080.10; 93.040

Ключові слова: ванти, втомленість, жмути, канати, попереднє напруження, прути, розтягнуті елементи.

Генеральний директор ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського», д.т.н., проф.	О. Шимановський
Заступник генерального директора, д.т.н., проф.	В. Гордеєв
Завідувач відділу ВЦПС, к.т.н., с.н.с.(науковий керівник)	Р. Харченко
Провідний виконавець	Б. Фурман
Головний інженер проекту	Р. Ганжа
Інженер ІІ категорії	І. Кривко
Інженер ІІІ категорії	Ю. Пермякова