



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЄВРОКОД 1. ДІЇ НА КОНСТРУКЦІЇ

**Частина 3. Дії викликані кранами та обладнанням
(EN 1991-3:2006, IDT)**

ДСТУ-Н Б EN 1991-3:201X

(проект, остаточна редакція)

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

201X

ПЕРЕДМОВА

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

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

2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України

від « ____ » _____ 20__ № ____

3 Національний стандарт відповідає EN 1991-3:2006 Eurocode 1 - Actions on structures - Part 3: Actions induced by cranes and machinery (Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 3. Дії викликані кранами та обладнанням).

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, 201X

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад EN 1991-3:2006 «Eurocode 1 - Actions on structures - Part 3: Actions induced by cranes and machinery» (Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 3: Дії викликані кранами та обладнанням).

EN 1991-3:2006 підготовлено Технічним комітетом CEN/TC 250, секретаріатом якого керує BSI.

До національного стандарту долучено англomовний текст.

На території України як національний стандарт діє ліва колонка тексту ДСТУ-Н Б EN 1991-3:20XX «Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 3. Дії викликані кранами та обладнанням, викладена українською мовою (EN 1991-3:2006, IDT)».

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

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству.

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

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «цей міжнародний стандарт» замінено на «цей стандарт»;
- структурні елементи стандарту: «Обкладинку», «Передмову», «Національний вступ», «Визначення понять» та «Бібліографічні дані» оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- з «Передмови до EN 1991-3» у цей «національний вступ» взяте те, що безпосередньо стосується цього стандарту;

Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних МС, посилання на які є в EN 1991-3:2006, наведено в додатку НА.

Копії МС, неприйнятих як національні стандарти, на які є посилання в EN 1991-3:2006, можна отримати в Головному фонді нормативних документів ДП «УкрНДНЦ».

ЗМІСТ

Вступ	Foreword	C.
Основи програми Єврокоду	Background of the Eurocode programme	VI
Статус та галузь застосування Єврокодів	Status and field of application of Eurocodes	1
Національні стандарти, що впроваджують Єврокоди	National Standards implementing Eurocodes	3
Зв'язки між Єврокодами та гармонізованими технічними специфікаціями (ENs та ETAs) для виробів	Links between Eurocodes and harmonised technical specifications (ENs and ETAs) for products	4
Додаткова інформація щодо EN 1991-3	Additional information specific for EN 1991-3	5
Національний додаток до EN 1991-3	National annex for EN 1991-3	5
1 Загальні положення	1 General	7
1.1 Галузь застосування	1.1 Scope	7
1.2 Нормативні посилання	1.2 Normative references	7
1.3 Відмінності між принципами і правилами застосування	1.3 Distinction between Principles and Application Rules	8
1.4 Терміни та визначення	1.4 Terms and definitions	9
1.4.1 Спеціальні терміни і визначення для підвісних кранів і кранів на підкранових балках	1.4.1 Terms and definitions specifically for hoists and cranes on runway beams	9
1.4.2 Спеціальні терміни і визначення понять для дій, викликаних обладнанням	1.4.2 Terms and definitions specifically for actions induced by machines	12
1.5 Умовні позначення	1.5 Symbols	12
2 Дії, викликані підйомними механізмами і кранами на підкранових балках	2 Actions induced by hoists and cranes on runway beams	15
2.1 Сфера застосування	2.1 Field of application	15
2.2 Класифікація дій	2.2 Classifications of actions	15
2.2.1 Загальні положення	2.2.1 General	15
2.2.2 Змінні дії	2.2.2 Variable actions	15
2.2.3 Випадкові дії	2.2.3 Accidental actions	16
2.3 Розрахункові положення	2.3 Design situations	19
2.4 Спосіб задання дій кранів	2.4 Representation of crane actions	20
2.5 Розподіл навантажень	2.5 Load arrangements	20
2.5.1 Монорейковий тельфер розміщений під підкрановими балками	2.5.1 Monorail hoist blocks underslung from runway beams	20
2.5.2 Мостові крани	2.5.2 Overhead travelling cranes	21
2.5.3 Дії, викликані кількома кранами	2.5.3 Multiple crane action	25
2.6 Вертикальні навантаження кранів: характеристичні значення	2.6 Vertical crane loads - characteristic values	26
2.7 Горизонтальні навантаження кранів: характеристичні значення	2.7 Horizontal crane loads - characteristic values	27
2.7.1 Загальні положення	2.7.1 General	27
2.7.2 Подовжні сили $H_{L,i}$ і поперечні сили $H_{T,i}$ викликані прискоренням і гальмуванням крану	2.7.2 Longitudinal forces $H_{L,i}$ and transverse forces $H_{T,i}$ caused by acceleration and deceleration of the crane	28
2.7.3 Рушійна сила K	2.7.3 Drive force K	31
2.7.4 Горизонтальні сили $H_{S,i,j,k}$ і направляюча сила S , викликані перекосом крану	2.7.4 Horizontal forces $H_{S,i,j,k}$ and the guide force S caused by skewing of the crane	32
2.7.5 Горизонтальна сила $H_{T,3}$, викликана прискоренням або гальмуванням візка мостового крану	2.7.5 Horizontal force $H_{T,3}$ caused by acceleration or deceleration of the crab	36

2.8	Температурні ефекти	2.8	Temperature effects	36
2.9	Навантаження на пішохідні мостки, сходи, платформи і захисні обгороджування	2.9	Loads on access walkways, stairs, platforms and guard rails	37
2.9.1	Вертикальні навантаження	2.9.1	Vertical loads	37
2.9.2	Горизонтальні навантаження	2.9.2	Horizontal loads	37
2.10	Випробувальні навантаження	2.10	Test loads	37
2.11	Випадкові дії	2.11	Accidental actions	38
2.11.1	Буферні сили $H_{B,1}$, пов'язані з рухом крану	2.11.1	Buffer forces $H_{B,1}$ related to crane movement	38
2.11.2	Буферні сили $H_{B,2}$, пов'язані з рухами візку мостового крану	2.11.2	Buffer forces $H_{B,2}$ related to movements of the crab	39
2.11.3	Перевертаючі сили	2.11.3	Tilting forces	40
2.12	Втомні навантаження	2.12	Fatigue loads	40
2.12.1	Дії, викликані одним краном	2.12.1	Single crane action	40
2.12.2	Ефекти розмаху напружень під впливом багатоколісних конструкцій або кранів	2.12.2	Stress range effects of multiple wheel or crane actions	43
3	Дії, що викликані обладнанням	3	Actions induced by machinery	43
3.1	Сфера застосування	3.1	Field of application	43
3.2	Класифікація дій	3.2	Classification of actions	44
3.2.1	Загальні положення	3.2.1	General	44
3.2.2	Постійні дії	3.2.2	Permanent actions	44
3.2.3	Тимчасові дії	3.2.3	Variable actions	45
3.2.4	Випадкові дії	3.2.4	Accidental actions	45
3.3	Розрахункові ситуації	3.3	Design situations	45
3.4	Спосіб задання дій	3.4	Representation of actions	46
3.4.1	Природа навантажень	3.4.1	Nature of the loads	46
3.4.2	Моделювання динамічних дій	3.4.2	Modelling of dynamic actions	46
3.4.3	Моделювання взаємодії конструкцій та обладнання	3.4.3	Modelling of the machinery-structure interaction	47
3.5	Характеристичні значення	3.5	Characteristic values	48
3.6	Критерії експлуатаційної придатності	3.6	Serviceability criteria	51
Додаток А (обов'язковий)		Annex A (normative)		
Основи проектування: додаткові умови до EN 1990 для підкранових балок, навантажених кранами		Basis of design – supplementary clauses to EN 1990 for runway beams loaded by cranes		53
A.1	Загальні положення	A.1	General	54
A.2	Граничні стани	A.2	Ultimate limit states	54
A.2.1	Поєднання дій	A.2.1	Combinations of actions	54
A.2.2	Часткові коефіцієнти	A.2.2	Partial factors	54
A.2.3	ψ – коефіцієнти для кранових навантажень	A.2.3	ψ -factors for crane loads	56
A.3	Експлуатаційні граничний стан	A.3	Serviceability limit states	56
A.3.1	Поєднання дій	A.3.1	Combinations of actions	56
A.3.2	Часткові коефіцієнти	A.3.2	Partial factors	56
A.3.3	коефіцієнти ψ для кранових навантажень	A.3.3	ψ -factors for crane actions	56
A.4	Втома	A.4	Fatigue	56
Додаток В (інформаційний)		Annex B (informative)		
Керівні вказівки для класифікації кранів за втомою		Guidance for crane classification for fatigue		57
Додаток НА (довідковий)		Annex NA (informative)		59
				V

Вступ

Даний документ (EN 1991-3:2006) був підготовлений Технічним Комітетом CEN/TC 250 “Будівельні Єврокоди”, секретаріат якого підтримується BSI.

CEN/TC 250 є відповідальним за усі Будівельні Єврокоди.

Даний документ заміщує ENV 1991-5:1998.

Цьому Європейському стандарту буде наданий статус національного з публікацією ідентичного тексту або схваленням не пізніше листопада 2006 року і при скасуванні конфлікуючих національних стандартів не пізніше березня 2010 року.

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

Foreword

This European Standard (EN 1991-3:2006) has been prepared by Technical Committee CEN/TC 250 “Structural Eurocodes”, the secretariat of which is held by BSI.

CEN/TC 250 is responsible for all Structural Eurocodes.

This European Standard supersedes ENV 1991-5:1998.

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 October 2006, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by March 2010.

According to the CEN/CENELEC Internal Regulations, the national standards 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 the United Kingdom.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЄВРОКОД 1. ДІЇ НА КОНСТРУКЦІЇ. ЧАСТИНА 3. ДІЇ, ВИКЛИКАНІ КРАНАМИ ТА ОБЛАДНАННЯМ

ЄВРОКОД 1. ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ ЧАСТЬ 3: ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТ КРАНОВ И ОБОРУДОВАНИЯ

EUROCODE 1: ACTIONS ON STRUCTURES PART 3: ACTIONS INDUCED BY CRANES AND MACHINERY

Чинний від _____

Основи програми Єврокодів

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

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

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

Background of the Eurocode programme

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

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

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

У 1989 році Комісія та держави-члени ЕУ (Європейської Спільноти) та ЕФТА (Європейської Асоціації Вільної Торгівлі) на основі угоди¹ між Комісією та СЕН (Європейським комітетом зі стандартизації) вирішили передати підготовку та публікацію Єврокодів СЕН за допомогою серії мандатів, що в результаті надало б Єврокодам у майбутньому статусу Європейського стандарту (EN). Це пов'язує Єврокоди з положеннями Директив Ради і Рішень Комісії щодо Європейських стандартів (тобто Директиви Ради 89/106/ЕЕС щодо будівельних виробів – СРД – та Директив Ради 93/37/ЕЕС, 92/50/ЕЕС та 89/440/ЕЕС відносно суспільних робіт та послуг і еквівалентних директив ЕФТА, започаткованих з метою допомогти заснуванню внутрішнього ринку).

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

EN 1990 Єврокод: Основи проектування конструкцій

EN 1991 Єврокод 1: Дії на конструкції

EN 1992 Єврокод 2: Проектування залізобетонних конструкцій

EN 1993 Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій

EN 1994 Єврокод 4: Проектування сталезалізобетонних конструкцій

EN 1995 Єврокод 5: Проектування дерев'яних конструкцій

EN 1996 Єврокод 6: Проектування кам'яних конструкцій

EN 1997 Єврокод 7: Геотехнічне проектування

EN 1998 Єврокод 8: Проектування сейсмостійких конструкцій

EN 1999 Єврокод 9: Проектування алюмінієвих конструкцій.

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

In 1989, the Commission and the Member States of the EU and EFTA decided, on the basis of an agreement¹ between the Commission and CEN, to transfer the preparation and the publication of the Eurocodes to the CEN through a series of Mandates, in order to provide them with a future status of European Standard (EN). This links *de facto* the Eurocodes with the provisions of all the Council's Directives and/or Commission's Decisions dealing with European standards (e.g. the Council Directive 89/106/EEC on construction products - CPD - and Council Directives 93/37/EEC, 92/50/EEC and 89/440/EEC on public works and services and equivalent EFTA Directives initiated in pursuit of setting up the internal market).

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

EN 1990 Eurocode : Basis of Structural Design

EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures

EN 1992 Eurocode 2: Design of concrete structures

EN 1993 Eurocode 3: Design of steel structures

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

EN 1995 Eurocode 5: Design of timber structures

EN 1996 Eurocode 6: Design of masonry structures

EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical design

EN 1998 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance

EN 1999 Eurocode 9: Design of aluminium structures

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

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

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

Статус та галузь застосування Єврокодів

Status and field of application of Eurocodes

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

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

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

– as a means to prove compliance of building and civil engineering works with the essential requirements of Council Directive 89/106/EEC, particularly Essential Requirement N°1 – Mechanical resistance and stability – and Essential Requirement N°2 – Safety in case of fire ;

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

– as a basis for specifying contracts for construction works and related engineering services ;

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

– as a framework for drawing up harmonised technical specifications for construction products (ENs and ETAs)

Єврокоди, оскільки вони безпосередньо відносяться до будівельних споруд, мають прямий зв'язок із тлумачними документами² розділу 12 CPD, незважаючи на те, що вони мають різну природу з гармонізованими стандартами на виробі³.

The Eurocodes, as far as they concern the construction works themselves, have a direct relationship with the Interpretative Documents² referred to in Article 12 of the CPD, although they are of a different nature from harmonised product standards³.

² Відповідно до ст. 3.3 документа CPD основні вимоги (ER) отримують конкретну форму у тлумачних документах для створення необхідних зв'язків між основними вимогами та мандатами для гармонізованих ENi та ETAGi/ETAi.

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

³ Відповідно до ст. 12 CPD тлумачні документи мають:

- надати конкретної форми основним вимогам, узгодивши термінологію і технічні засади і вказавши класи або рівні для кожної вимоги, де це необхідно;
- вказати методи встановлення співвідношення між цими класами або рівнями вимог із технічними вимогами, наприклад, методи розрахунку і перевірки, технічні правила проєктування і т. ін.;
- слугувати рекомендацією для встановлення узгоджених стандартів і настанов для Європейського технічного ухвалення. Єврокоди фактично відіграють подібну роль у сфері ER 1 і частині ER 2.

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

- give concrete form to the essential requirements by harmonising the terminology and the technical bases and indicating classes or levels for each requirement where necessary ;
- indicate methods of correlating these classes or levels of requirement with the technical specifications, e.g. methods of calculation and of proof, technical rules for project design, etc. ;
- serve as a reference for the establishment of harmonised standards and guidelines for European technical approvals. The Eurocodes, *de facto*, play a similar role in the field of the ER 1 and a part of ER 2.

Наступним чином, технічні аспекти, які впливають з Єврокодів для будівель і споруд, повинні в повній мірі бути розглянутими Технічними комітетами CEN та/чи робочими групами EOTA, які розробляють стандарти на будівельні вироби, з позицій досягнення повної сумісності технічних специфікацій з Єврокодами.

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

Національні стандарти, що впроваджують Єврокоди

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

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

- значення і/або класи де в Єврокоді даються альтернативи;
- значення, які слід використовувати там, де в Єврокоді наведено тільки позначення;
- специфічні дані країни (географічні, кліматичні тощо), наприклад, карта вітру;
- методика, що використовуються, коли в Єврокоді обумовлені альтернативні методики.

Therefore, technical aspects arising from the Eurocodes work need to be adequately considered by CEN Technical Committees and/or EOTA Working Groups working on product standards with a view to achieving full compatibility of these technical specifications with the Eurocodes.

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

National Standards implementing Eurocodes

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

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

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

В ньому можуть бути:

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

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

Необхідна узгодженість між гармонізованими технічними специфікаціями для будівельних виробів та технічними правилами для будівель і споруд та будівельних робіт⁴. Крім того, у повній інформації, яка супроводжує CE маркування будівельних виробів і має відношення до Єврокодів, має бути чітко зазначено, які національно визначені параметри були взяті до уваги.

Додаткова інформація щодо EN 1991-3

EN 1991-3 надає порядок дій та керівництво до проектування будівель та гідротехнічних споруд, включаючи наступні пункти:

- дія кранів
- дія обладнання.

EN 1991-3 розроблений для замовників, проєктувальників підрядних організацій та органів місцевої влади.

EN 1991-3 має використовуватися разом з EN 1990, іншими розділами EN 1991 та EN 1992 до EN 1999 для проектування конструкцій.

⁴ дивись розділ 3.3 і розділ 12 з CPD, а також пункти 4.2, 4.3.1, 4.3.2 і 5.2 з ID 1

It may also contain:

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

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

There is a need for consistency between the harmonised technical specifications for construction products and the technical rules for works⁴. Furthermore, all the information accompanying the CE Marking of the construction products which refer to Eurocodes should clearly mention which Nationally Determined Parameters have been taken into account.

Additional information specific for EN 1991-3

EN 1991-3 gives design guidance and actions for the structural design of buildings and civil engineering works, including the following aspects:

- actions induced by cranes, and
- actions induced by machinery.

EN 1991-3 is intended for clients, designers, contractors and public authorities.

EN 1991-3 is intended to be used with EN 1990, the other Parts of EN 1991 and EN 1992 to EN 1999 for the design of structures.

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

**Національний додаток до
EN 1991-3**

Цей стандарт надає альтернативні методи, значення і рекомендації для класів із примітками, які вказують, де необхідно зробити національні вибір. Наступним чином, національний стандарт, який імплементує EN 1991-3, повинен мати національний додаток, до якого включено усі національно визначені параметри, які використовуються при проектуванні сталевих конструкцій, що будуть побудовані у відповідній країні.

Національним вибір в EN 1991-3 дозволено в наступних пунктах:

National annex for EN 1991-3

This Standard gives alternative procedures, values and recommendations for classes with notes indicating where national choices have to be made. Therefore the National Standard implementing EN 1991-3 should have a National Annex containing all Nationally Determined Parameters to be used for the design of members to be constructed in the relevant country.

National choice is allowed in EN 1991-3 through the following paragraphs:

Абзац Paragraph	Виріб Item
2.1 (2)	Методи за умови, що дії задаються постачальником кранів Procedure when actions are given by the crane supplier
2.5.2.1 (2)	Ексцентриситет від колісного навантаження Eccentricity of wheel loads
2.5.3 (2)	Максимальна кількість кранів, розташованих у найбільш несприятливих комбінаціях Maximum number of cranes to be considered in the most unfavourable position
2.7.3 (3)	Значення коефіцієнту тертя Value of friction factor
A2.2 (1)	Визначення значень γ для випадків нормальних умов експлуатації (STR) і геотехнічного проектування Definition of γ -values for cases STR and GEO
A2.2 (2)	Визначення значень γ для випадку втрати статичної рівноваги (EQU) Definition of γ -values for case EQU
A2.3 (1)	Визначення значень ψ Definition of ψ -values

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Галузь застосування

(1) Частина 3 EN 1991 встановлює прикладені навантаження на підкранові балки (схеми і характеристичні значення) які виникають від кранів і стаціонарного обладнання і включають, при необхідності, динамічні дії від гальмування, прискорень і випадкових сил.

(2) В розділі 1 сформульовані загальні визначення та поняття умовні позначення.

(3) В розділі 2 визначені дії викликані кранами на підкранових шляхах.

(4) В розділі 3 визначені дії, викликані стаціонарним обладнанням.

1.2 Нормативні посилання

Цей стандарт містить датовані і недатовані посилання положень з інших публікацій. Ці нормативні посилання цитуються у відповідних місцях у тексті, публікації перераховані нижче. Для датованих посилань наступні правки або перегляди будь-яких з цих публікацій дійсні для цього стандарту тільки при внесенні до нього змін або перегляду. Для недатованих посилань застосовується останнє видання публікації (включаючи поправки). на яке дається посилання.

ISO 3898 Основи проектування будівельних конструкцій. Визначення. Основні умовні позначення

ISO 2394 Загальні принципи розрахунку надійності будівельних конструкцій

ISO 8930 Загальні принципи розрахунку надійності будівельних конструкцій. Перелік еквівалентних термінів

EN 1990 Єврокод: Основи проектування будівельних конструкцій

EN 13001-1 Крани. Основи проектування. Частина 1: Загальні принципи і вимоги

EN 13001-2 Крани. Основи проектування. Частина 2: Навантаження.

1. GENERAL

1.1 Scope

(1) Part 3 of EN 1991 specifies imposed loads (models and representative values) associated with cranes on runway beams and stationary machines which include, when relevant, dynamic effects and braking, acceleration and accidental forces.

(2) Section 1 defines common definitions and notations.

(3) Section 2 specifies actions induced by cranes on runways.

(4) Section 3 specifies actions induced by stationary machines.

1.2 Normative References

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

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

ISO 2394 General principles on reliability for structures

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

EN 1990 Eurocode: Basis of Structural Design

EN 13001-1 Cranes – General design – Part 1: General principles and requirements

EN 13001-2 Cranes – General design – Part 2: Load effects

пр. ДСТУ-Н Б EN 1991-3:201X

EN 1993-1-9 Проектування сталевих конструкцій: Частина 1-9. Витривалість.

EN 1993-6 Проектування сталевих конструкцій. Частина 6: Підкранові конструкції.

1.3 Відмінності між принципами і правилами застосування

(1) Залежно від характеру окремих розділів в даній частині EN 1991 проводиться відмінність між принципами і правилами застосування.

(2) Принципи включають:

- загальні формулювання і визначення, для яких немає альтернативи, а також

- вимоги і аналітичні моделі, для яких не допускаються альтернативи, якщо не обумовлене інше

(3) Принципи позначаються літерою P після номера абзацу.

(4) Правила застосування є загальновизнаними нормами, які відповідають принципам і задовольняють їх вимогам.

(5) Допускається застосування альтернативних норм проектування, відмінних від правил застосування, приведених в EN 1991-3, за умови, що буде доведено, що альтернативні норми узгоджуються з відповідними Принципами і, принаймні, рівнозначні відносно забезпечення безпеки, експлуатаційної надійності і довговічності конструкцій, які припускає використання Єврокодів.

Примітка. Якщо альтернативна норма проектування заміщується правилом застосування, остаточний проект не може претендувати на повну відповідність EN 1991-3, навіть якщо проект залишиться відповідним принципам EN 1991-3. Коли EN 1991-3 застосовується відносно майна, перерахованого в додатку Z стандарту на виріб або в ETAG, використання альтернативних норм проектування може виявитися неприпустимим для маркування знаком відповідності європейським стандартам (знаком CE).

(6) В даній частині правила застосування позначаються номером в дужках, наприклад, як в цьому пункті.

EN 1993-1-9 Design of steel structures – Part 1-9: Fatigue

EN 1993-6 Design of steel structures – Part 6: Crane runway beams

1.3 Distinction between Principles and Application Rules

(1) Depending on the character of the individual clauses, distinction is made in this Part of prEN 1991 between Principles and Application Rules.

(2) The Principles comprise:

– general statements and definitions for which there is no alternative, as well as

– requirements and analytical models for which no alternative is permitted unless specifically stated.

(3) The Principles are identified by the letter P following the paragraph number.

(4) The Application Rules are generally recognised rules which comply with the Principles and satisfy their requirements.

(5) It is permissible to use alternative design rules different from the Application Rules given in EN 1991-3 for works, provided that it is shown that the alternative rules accord with the relevant Principles and are at least equivalent with regard to the structural safety, serviceability and durability that would be expected when using the Eurocodes.

NOTE: If an alternative design rule is substituted for an Application Rule, the resulting design cannot be claimed to be wholly in accordance with EN 1991-3 although the design will remain in accordance with the Principles of EN 1991-3. When EN 1991-3 is used in respect of a property listed in an Annex Z of a product standard or an ETAG, the use of an alternative design rule may not be acceptable for CE marking.

(6) In this Part the Application Rules are identified by a number in brackets, e.g. as this clause.

1.4 Терміни та визначення

У розділах цього європейського стандарту застосовуються терміни і визначення, приведені в ISO 2394, ISO 3898, ISO 8930 і подальших стандартах. Додатково для даного стандарту пропонується основний перелік термінів і визначень, приведений в EN 1990, 1.5.

1.4.1 Спеціальні терміни і визначення для підвісних кранів і кранів на підкранових балках

1.4.1.1 коефіцієнт динамічності

це коефіцієнт, який представляє собою відношення динамічної реакції до статичної реакції

1.4.1.2 власна вага крану Q_c :

власна вага усіх нерухомих і рухомих частин, включаючи механічне і електричне обладнання конструкції крану, проте без урахування підйомного пристрою і частини підвісних вантажопідйомних канатів або ланцюгів, які переміщуються краном, див. 1.4.1.3

1.4.1.3 вантажопідйомність бруто Q_h

навантаження з урахуванням корисного навантаження, підйомного пристрою і частини підвісних вантажопідйомних канатів або ланцюгів, які переміщуються краном, див. рисунок 1.1

1.4 Terms and definitions

For the purposes of this European Standard, the terms and definitions given in ISO 2394, ISO 3898, ISO 8930 and the following apply. Additionally for the purposes of this standard a basic list of terms and definitions is provided in EN 1990, 1.5.

1.4.1 Terms and definitions specifically for hoists and cranes on runway beams

1.4.1.1 dynamic factor

factor that represents the ratio of the dynamic response to the static one

1.4.1.2 self-weight Q_c of the crane

self-weight of all fixed and movable elements including the mechanical and electrical equipment of a crane structure, however without the lifting attachment and a portion of the suspended hoist ropes or chains moved by the crane structure, see 1.4.1.3

1.4.1.3 hoist load Q_h

load including the masses of the payload, the lifting attachment and a portion of the suspended hoist ropes or chains moved by the crane structure, see Figure 1.1

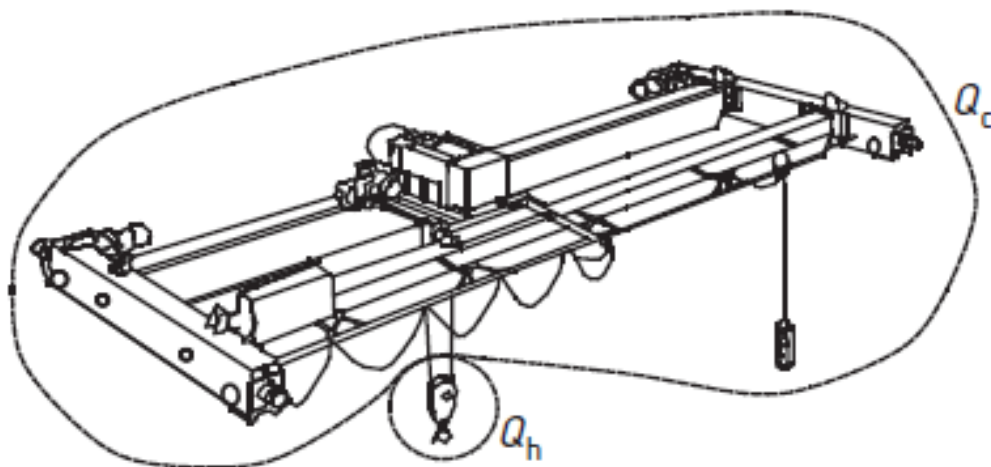


Рисунок 1.1 – Визначення вантажопідйомності бруто і власної ваги крану

Figure 1.1 – Definition of the hoist load and the self-weight of a crane

1.4.1.4 візок

частина мостового крану, яка включає підйомний механізм і здатна переміщатися по верху мосту крану на рейках

1.4.1.5 міст крану

частина мостового крану, яка перекидає проліт між підкрановими балками і служить опорою для візка або тельфера

1.4.1.6 направляючий механізм

система, що використовується для утримання крану на підкранових шляхах у вирівняному положенні через горизонтальні реакції між краном і підкрановими балками

Примітка. Направляючий механізм може складатися з реборду на колесах крану або окремої системи направляючих роликів, які знаходяться збоку від кранових рейок або збоку від підкранових балок.

1.4.1.7 підйомний механізм

пристрій для підйому вантажів

1.4.1.8 тельфер:

підвісний візок, який включає підйомний механізм і може переміщуватися по нижній полиці балки або по нерухомому підкрановому шляху (як показано на рисунок 1.2) або під мостом мостового крану (як показано на рисунках 1.3 і 1.4)

1.4.1.9 монорейковий тельфер

тельфер, закріплений на нерухомому крановому шляху, див. рисунок 1.2

1.4.1.10 підкранова балка

балка, уздовж якої може рухатися мостовий кран

1.4.1.11 мостовий кран

механізм для підйому та переміщення вантажів, який пересувається на колесах уздовж підкранових балок. Він поєднує один або більше підйомних механізмів, змонтованих на візках мостового крану

1.4.1.4 crab

part of an overhead travelling crane that incorporates a hoist and is able to travel on rails on the top of the crane bridge

1.4.1.5 crane bridge

part of an overhead travelling crane that spans the crane runway beams and supports the crab or hoist block

1.4.1.6 guidance means

system used to keep a crane aligned on a runway, through horizontal reactions between the crane and the runway beams

NOTE: The guidance means can consist of flanges on the crane wheels or a separate system of guide rollers operating on the side of the crane rails or the side of the runway beams

1.4.1.7 hoist

machine for lifting loads

1.4.1.8 hoist block

underslung trolley that incorporates a hoist and is able to travel on the bottom flange of a beam, either on a fixed runway (as shown in Figure 1.2) or under the bridge of an overhead travelling crane (as shown in Figures 1.3 and 1.4)

1.4.1.9 monorail hoist block

hoist block that is supported on a fixed runway, see Figure 1.2

1.4.1.10 crane runway beam

beam along which an overhead travelling crane can move

1.4.1.11 overhead travelling crane

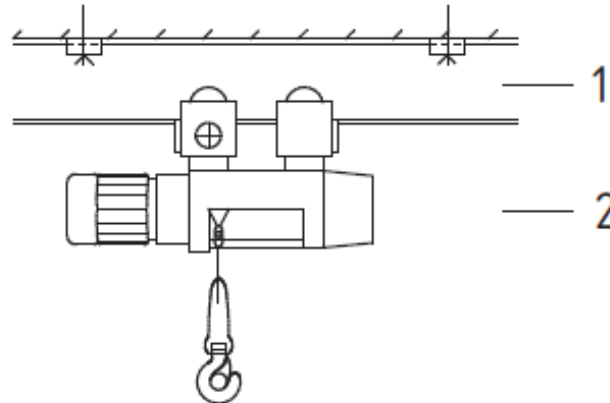
a machine for lifting and moving loads, that moves on wheels along overhead crane runway beams. It incorporates one or more hoists mounted on crabs or underslung trolleys

1.4.1.12 *кран-балка*

підкранова балка, що забезпечує підтримку монорейкового тельфера, який може переміщуватися по її нижній полиці, див. рисунок 1.2

1.4.1.12 *runway beam for hoist block*

crane runway beam provided to support a monorail hoist block that is able to travel on its bottom flange, see Figure 1.2



Позначення
1 – Підкранова балка
2 – Тельфер

Key
1 Runway beam
2 Hoist block

Рисунок 1.2 – Підкранова балка з тельфером
Figure 1.2 – Runway beam with hoist block

1.4.1.13 *підвісний кран*

мостовий кран, який опирається на нижні полиці підкранових балок, див. рисунок 1.3

1.4.1.13 *underslung crane*

overhead travelling crane that is supported on the bottom flanges of the crane runway beams, see Figure 1.3

1.4.1.14 *палубний кран*

мостовий кран, який спирається на верхню поверхню підкранової балки

1.4.1.14 *top-mounted crane*

overhead travelling crane that is supported on the top of the crane runway beam

Примітка. Зазвичай він переміщається по рейках, але іноді безпосередньо по верхній поверхні балок, див. рисунок 1.4.

NOTE: It usually travels on rails, but sometimes travels directly on the top of the beams, see Figure 1.4

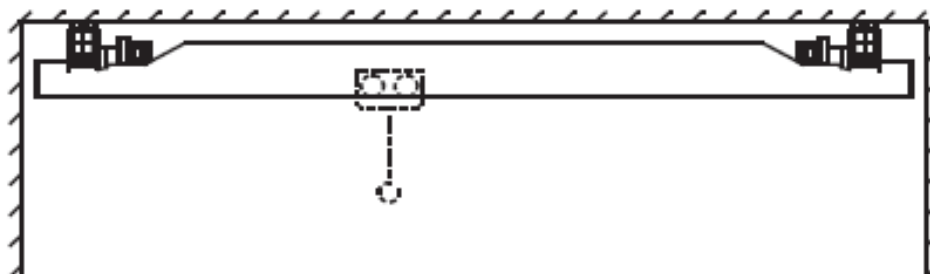


Рисунок 1.3 – Підвісний кран з тельфером
Figure 1.3 – Underslung crane with hoist block

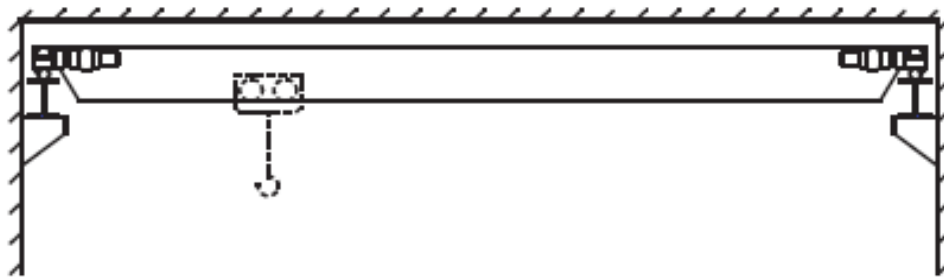


Рисунок 1.4 – Палубний кран з тельфером
Figure 1.4 – Top mounted crane with hoist block

1.4.2 Спеціальні терміни і визначення понять для дій, викликаних обладнанням

1.4.2.1 Власна частота

частота вільних коливань в системі

Примітка. Для систем з багатьма ступенями свободи власні частоти це частоти нормальної форми коливань

1.4.2.2 вільні коливання:

коливання системи, що відбуваються при відсутності вимушених коливань

1.4.2.3 вимушені коливання

коливання системи, викликані примусовим збудженням

1.4.2.4 згасання

розсіювання енергії коливань з часом або відстанню

1.4.2.5 резонанс

резонанс системи при вимушених гармонійних коливаннях існує, якщо будь-яка зміна частоти збудження, навіть незначна, викликає зниження реакції системи

1.4.2.6 форма коливань

характеристична модель поведінки, яку приймає система під дією коливань, в якій рух кожної частини є просто гармонійним на одній і тій самій частоті.

Примітка. Дві і більше форми можуть співіснувати одночасно в системі з багатьма ступенями свободи. Нормальна (природна) форма коливань - це форма коливань, яка не пов'язана з іншими видами коливань системи.

1.5 Умовні позначення

1.4.2 Terms and definitions specifically for actions induced by machines

1.4.2.1 natural frequency

frequency of free vibration on a system

NOTE: For a multiple degree-of-freedom system, the natural frequencies are the frequencies of the normal modes of vibrations

1.4.2.2 free vibration

vibration of a system that occurs in the absence of forced vibration

1.4.2.3 forced vibration

vibration of a system if the response is imposed by the excitation

1.4.2.4 damping

dissipation of energy with time or distance

1.4.2.5 resonance

resonance of a system in forced harmonic vibration exists when any change, however small, in the frequency of excitation causes a decrease in the response of the system

1.4.2.6 mode of vibration

characteristic pattern assumed by a system undergoing vibration in which the motion of every particle is simple harmonic with the same frequency

NOTE: Two or more modes may exist concurrently in a multiple degree of freedom system. A normal (natural) mode of vibration is a mode of vibration that is uncoupled from other modes of vibration of a system

1.5 Symbols

(1) В розділах даного європейського стандарту застосовуються наступні умовні позначення.

Примітка. Використовані позначення базуються на ISO 3898:1997.

(2) Основний перелік умовних позначень представлений в пункті 1.6 EN 1990, а наведені нижче додаткові позначення є характерними для цієї частини EN 1991.

Прописні літери латинського алфавіту

$F_{\varphi,k}$	характеристичне значення дії крану
F_k	характеристична статична складова дії крану
F_s	незалежна сила ротора
F_w^*	сили, що викликані повітряними потоками під час експлуатації
$H_{B,1}$	буферні сили, пов'язані з переміщеннями крану
$H_{B,2}$	буферні сили, пов'язані з переміщеннями візка
H_K	горизонтальне навантаження на захисні огородження
H_L	поздовжні сили, викликані прискоренням і гальмуванням крану
H_S	горизонтальні сили, викликані перекосом крану
$H_{T,1}; H_{T,2}$	поперечні сили, викликані прискоренням і гальмуванням крану
$H_{T,3}$	поперечні сили, викликані прискоренням і гальмуванням візка
H_{TA}	перевертаюча сила
K	рушійна сила
$M_k(t)$	момент замикання
Q_e	втомне навантаження
Q_c	власна вага крану
Q_h	вантажопідйомність бруто
Q_T	випробувальне навантаження

(1) For the purposes of this European standard, the following symbols apply.

NOTE: The notation used is based on ISO 3898: 1997.

(2) A basic list of symbols is provided in EN 1990 clause 1.6 and the additional notations below are specific to this part of EN 1991.

Latin upper case letters

$F_{\varphi,k}$	characteristic value of a crane action
F_k	characteristic static component of a crane action
F_s	free force of the rotor
F_w^*	forces caused by in-service wind
$H_{B,1}$	buffer forces related to movements of the crane
$H_{B,2}$	buffer forces related to movements of the crab
H_K	horizontal load for guard rails
H_L	longitudinal forces caused by acceleration and deceleration of the crane
H_S	horizontal forces caused by skewing of the crane
$H_{T,1}; H_{T,2}$	transverse forces caused by acceleration and deceleration of the crane
$H_{T,3}$	transverse forces caused by acceleration and deceleration of the crab
H_{TA}	tilting force
K	drive force
$M_k(t)$	circuit moment
Q_e	fatigue load
Q_c	self-weight of the crane
Q_h	hoist load
Q_T	test load

Q_r	колісне навантаження	Q_r	wheel load
S	направляюча сила	S	guide force
<i>Рядкові літери латинського алфавіту</i>		<i>Latin lower case letters</i>	
b_r	ширина голівки рейки	b_r	width of rail head
e	ексцентриситет колісного навантаження;	e	eccentricity of wheel load
e_M	ексцентриситет маси ротора	e_M	eccentricity of the rotor mass
h	відстань між миттєвим центром ковзання і направляючим механізмом	h	distance between the instantaneous slide pole and means of guidance
k_Q	коефіцієнт спектру вантаження;	k_Q	load spectrum factor
l	проліт мосту крану	l	span of the crane bridge
m_c	маса крану	m_c	mass of the crane
m_w	кількість приводів на одне колесо	m_w	number of single wheel drives
m_r	маса ротора	m_r	mass of rotor
n	кількість колісних пар	n	number of wheel pairs
n_r	кількість підкранових балок	n_r	number of runway beams
<i>Рядкові літери грецького алфавіту</i>		<i>Greek lower case letters</i>	
α	кут перекосу	α	skewing angle
ζ	коефіцієнт згасання	ζ	damping ratio
η	пропорція вантажопідйомності бругто, яка залишається після зняття корисного навантаження, але не включається у власну вагу крану	η	ratio of the hoist load that remains when the payload is removed, but is not included in the self-weight of the crane
λ	еквівалентний коефіцієнт руйнування	λ	damage equivalent factor
λ_s	силові коефіцієнти	λ_s	force factors
μ	коефіцієнт тертя	μ	friction factor
ξ_b	буферна характеристика	ξ_b	buffer characteristic
φ	коефіцієнт динамічності	φ	dynamic factor
$\varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \varphi_4 \varphi_5 \varphi_6 \varphi_7$	коефіцієнт динамічності, застосовується до дій, викликаних кранами	$\varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \varphi_4 \varphi_5 \varphi_6 \varphi_7$	dynamic factor applied to actions induced by cranes
φ_{fat}	коефіцієнт динамічної дії при еквівалентній мірі ушкодження	φ_{fat}	damage equivalent dynamic impact factor
φ_M	коефіцієнт динамічності для дій, викликаних обладнанням	φ_M	dynamic factor applied to actions induced by machines

ω_e власна частота коливань конструкції
 ω_r кутова частота ротора;
 ω_s частота збуджуючої сили.

ω_e natural frequency of the structure
 ω_r circular frequency of the rotor
 ω_s frequency of the exciting force

2 ДІЇ, ВИКЛИКАНІ ПІДЙОМНИМИ МЕХАНІЗМАМИ І КРАНАМИ НА ПІДКРАНОВИХ БАЛКАХ

2 ACTIONS INDUCED BY HOISTS AND CRANES ON RUNWAY BEAMS

2.1 Сфера застосування

(1) В цьому розділі визначені дії (схеми навантажень і базисні значення), які викликані:

- підвісними візками на підкранових шляхах, див. 2.5.1 і 2.5.2;
- мостовими кранами, див. 2.5.3 і 2.5.4.

(2) Методи, вказані в цьому розділі сумісні з положеннями EN 13001-1 і EN 13001-2, для полегшення обміну інформацією з постачальниками кранів.

Примітка. Якщо під час проектування підкранових шляхів постачальник крану відомий, для реалізації окремого проекту можна використовувати більш точні дані. Інформація про процедуру щодо цієї процедури може міститися в національному додатку.

2.2 Класифікація дій

2.2.1 Загальні положення

(1) Дії, викликані кранами, поділяються на змінні і випадкові дії, які представлені різними схемами і описані в 2.2.2 і 2.2.3.

2.2.2 Змінні дії

(1) В нормальних експлуатаційних умовах змінні дії крану залежать від часу і місця розташування. Вони включають гравітаційні навантаження, у тому числі вантажопідйомність, інерційні сили, викликані прискоренням/гальмуванням і перекосом, а також іншими динамічними ефектами.

(2) Змінні дії крану слід підрозділяти на:

- змінні вертикальні дії крану, викликані

2.1 Field of application

(1) This section specifies actions (models and representative values) induced by:

- underslung trolleys on runways, see 2.5.1 and 2.5.2;
- overhead travelling cranes, see 2.5.3 and 2.5.4.

(2) The methods prescribed in this section are compatible with the provisions in EN 13001-1 and EN 13001-2, to facilitate the exchange of data with crane suppliers.

NOTE: Where the crane supplier is known at the time of design of the crane runway, more accurate data may be applied for the individual project. The National Annex may give information on the procedure.

2.2 Classifications of actions

2.2.1 General

(1) Actions induced by cranes shall be classified as variable and accidental actions which are represented by various models as described in 2.2.2 and 2.2.3.

2.2.2 Variable actions

(1) For normal service conditions variable crane actions result from variation in time and location. They include gravity loads including hoist loads, inertial forces caused by acceleration/deceleration and by skewing and other dynamic effects.

(2) The variable crane actions should be separated into:

- variable vertical crane actions caused by the

власною вагою крану і вантажопідйомністю брутто;

– змінні горизонтальні дії крану, викликані прискоренням, гальмуванням або перекосом, а також іншими динамічними ефектами.

(3) Різні базисні значення змінних дій крану це характеристичні значення, що складаються із статичної та динамічної складової.

(4) Динамічні складові, викликані коливаннями під дією інерційних або демпфуючих сил, як правило, враховуються коефіцієнтами динамічності φ , який застосовується до значень статичної дії.

$$F_{\varphi,k} = \varphi_i F_k \quad (2.1)$$

де

$F_{\varphi,k}$ характеристичні значення дії крану;

φ коефіцієнт динамічності, див. таблицю 2.1;

F_k характеристична статична складова дії крану.

(5) Різні коефіцієнти динамічності і їх застосування перераховані в таблиці 2.1.

(6) Одночасну дію складових кранового навантаження можна врахувати, розглядаючи групи навантажень, визначені в таблиці 2.2. Кожну з цих груп навантажень слід розглядати як таку, що визначає одну характеристичну дію крану для комбінації з некрановими навантаженнями.

Примітка: Класифікація за групами забезпечує одночасне врахування тільки однієї горизонтальної дії крану.

2.2.3 Випадкові дії

(1) Крани можуть створювати випадкові дії в результаті зіткнення з буферами (буферні сили) або зіткнення підйомних пристосувань з перешкодами (перевертаючі сили). Ці дії слід враховувати при проектуванні конструкцій, в яких не забезпечений відповідний захист.

self-weight of the crane and the hoist load;

– variable horizontal crane actions caused by acceleration or deceleration or by skewing or other dynamic effects.

(3) The various representative values of variable crane actions are characteristic values composed of a static and a dynamic component.

(4) Dynamic components induced by vibration due to inertial and damping forces are in general accounted by dynamic factors φ to be applied to the static action values.

where:

$F_{\varphi,k}$ is the characteristic value of a crane action;

φ is the dynamic factor, see Table 2.1;

F_k is the characteristic static component of a crane action.

(5) The various dynamic factors and their application are listed in Table 2.1.

(6) The simultaneity of the crane load components may be taken into account by considering groups of loads as identified in Table 2.2. Each of these groups of loads should be considered as defining one characteristic crane action for the combination with non-crane loads.

NOTE: The grouping provides that only one horizontal crane action is considered at a time.

2.2.3 Accidental actions

(1) Cranes can generate accidental actions due to collision with buffers (buffer forces) or collision of lifting attachments with obstacles (tilting forces). These actions should be considered for the structural design where appropriate protection is not provided.

(2) Випадкових дії, визначені в 2.11, відносяться до загальних випадків. Вони представлені різними схемами навантажень, що визначають розрахункові значення (тобто при $\gamma_A = 1,0$) у формі еквівалентних статичних навантажень.

(3) Одночасну дію випадкових складових кранового навантаження можна врахувати, розглядаючи групи навантажень, визначені в таблиці 2.2. Кожна з цих груп навантажень визначає одну дію крану на комбінацію з некрановими навантаженнями.

(2) Accidental actions described in 2.11 refer to common situations. They are represented by various load models defining design values (i.e. to be used with $\gamma_A = 1,0$) in the form of equivalent static loads.

(3) The simultaneity of accidental crane load components may be taken into account by considering groups of loads as identified in Table 2.2. Each of these groups of loads defines one crane action for the combination of non-crane loads.

Таблиця 2.1 – Коефіцієнти динамічності φ_i

Table 2.1 – Dynamic factors φ_i

Коефіцієнти динамічності Dynamic factors	Ефекти, що розглядаються Effects to be considered	Підлягає застосуванню до To be applied to
φ_1	– розхитування конструкції крану від підйому вантажу із землі – excitation of the crane structure due to lifting the hoist load off the ground	власної ваги крану self-weight of the crane
φ_2 або (or) φ_3	– динамічні ефекти при передачі вантажопідйомного навантаження від землі до крану – динамічні ефекти від несподіваного вивільнення корисного навантаження, наприклад, при застосуванні захватів або магнітів – dynamic effects of transferring the hoist load from the ground to the crane – dynamic effects of sudden release of the payload if for example grabs or magnets are used	вантажопідйомності брутто hoist load
φ_4	– динамічні ефекти, що виникають під час руху крану по рейкових шляхах або підкранових шляхах – dynamic effects induced when the crane is travelling on rail tracks or runways	власної ваги крану і вантажопідйомності брутто self-weight of the crane and hoist load
φ_5	– динамічні ефекти, викликані рушійними силами – dynamic effects caused by drive forces	рушійних сил drive forces
φ_6	– динамічні ефекти випробувального навантаження переміщеного приводними блоками таким самим чином, як ведеться робота крану – dynamic effects of a test load moved by the drives in the way the crane is used	випробувального навантаження test load
φ_7	– динамічні ефекти пружного удару об буфери – dynamic elastic effects of impact on buffers	буферних навантажень buffer loads

Таблиця 2.2 – Групові навантаження і коефіцієнти динамічності, які розглядаються як одна характеристична дія крану
Table 2.2 – Groups of loads and dynamic factors to be considered as one characteristic crane action

	Позначення Symbol	Розділ Section	Групові навантаження Groups of loads											
			II група за граничним станом Ultimate Limit State								Випробувальне навантаження Test load		Випадкове навантаження Accidental	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Власна вага крану Self-weight of crane	Q_c	2.6	φ_1	φ_1	1	φ_4	φ_4	φ_4	1	φ_1	1	1	
2	Вантажопідйомність брутто Hoist load	Q_h	2.6	φ_2	φ_3	-	φ_4	φ_4	φ_4	$\eta^{1)}$	-	1	1	
3	Прискорення моста крану Acceleration of crane bridge	H_L, H_T	2.6	φ_5	φ_5	φ_5	φ_5	-	-	-	φ_5	-	-	
4	Перекося моста крану Skewing of crane bridge	H_S	2.7	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
5	Прискорення або гальмування візка або тельфера Acceleration or braking of crab or hoist block	H_{T3}	2.7	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
6	Експлуатаційне вітрове навантаження In-service wind	F_w^*	Додаток А Annex А	1	1	1	1	1	-	-	1	-	-	
7	Випробувальне навантаження Test load	Q_T	2.10	-	-	-	-	-	-	-	φ_6	-	-	
8	Буферна сила Buffer force	H_B	2.11	-	-	-	-	-	-	-	-	φ_7	-	
9	Перевертаюча сила Tilting force	H_{TA}	2.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	

Примітка. Для вітрових навантажень, що не входять до умов експлуатації (див. додаток А).

NOTE: For out of service wind, see Annex A.

¹⁾ η - це доля вантажопідйомності брутто, яка зберігається після зняття корисного навантаження, але не включається у власну вагу крану.

¹⁾ η is the proportion of the hoist load that remains when the payload is removed, but is not included in the self-weight of the crane.

2.3 Розрахункові положення

(1)P Відповідні дії викликані кранами, повинні визначатися для кожного розрахункового положення, встановленого у EN 1990.

(2)P Необхідно розглянути обрані розрахункові положення і встановити випадки критичних навантажень. Для кожного випадку критичного навантаження

2.3 Design situations

(1)P The relevant actions induced by cranes shall be determined for each design situation identified in accordance with EN 1990.

(2)P Selected design situations shall be considered and critical load cases identified. For each critical load case the design values of the effects of actions in combination shall be

повинні бути визначені розрахункові значення дії поєднань навантажень.

(3) Правила для навантажень від кількох кранів приведені в 2.5.3.

(4) Правила поєднання дій кранів з іншими діями приведені в додатку А.

(5) Схеми навантажень для розрахунку на втому приведені в 2.12.

(6) Якщо випробування кранів за I групою граничних станів проводяться на опорних конструкціях необхідно користуватися, схемою випробувального навантаження на кран наведеною в 2.10.

2.4 Спосіб задання дій кранів

(1) Розглядаються дії, що передаються на підкранові балки колесами кранів, і можливо направляючими роликками або іншими направляючими механізмами.

(2) Горизонтальні сили, які діють на опорні конструкції крану, виникають від горизонтального руху монорейкових кранів і підйомних механізмів кранів, визначаються відповідно до 2.5.1.2, 2.5.2.2 і 2.7.

2.5 Розподіл навантажень

2.5.1 Монорейковий тельфер розміщений під підкрановими балками

2.5.1.1 Вертикальні навантаження

(1) Для нормальних умов експлуатації вертикальне навантаження слід приймати як поєднання власної ваги тельфера, вантажопідйомності бруто і коефіцієнта динамічності, див. таблицю 2.1 і таблицю 2.2.

2.5.1.2 Горизонтальні сили

(1) Якщо підкранові балки монорейкового підвісного візка закріплені, за відсутності більш точного значення, поздовжні горизонтальні сили приймаються як 5% від максимального вертикального навантаження на колесо, причому, коефіцієнтом динамічності нехтують.

(2) Також це дійсне для горизонтальних навантажень від поворотних підвісних підкранових балок.

determined.

(3) Rules for multiple crane actions from several cranes are given in 2.5.3.

(4) Combination rules for crane actions with other actions are given in Annex A.

(5) For the fatigue verification, fatigue load models are given in 2.12.

(6) In case tests are performed with cranes on the supporting structures for the serviceability limit state verification, the test loading model of the crane is specified in 2.10.

2.4 Representation of crane actions

(1) The actions to be considered should be those exerted on the crane runway beams by the wheels of the cranes and possibly by guide rollers or other guidance means.

(2) Horizontal forces on crane supporting structures arising from horizontal movement of monorail hoist cranes and crane hoists should be determined from 2.5.1.2, 2.5.2.2 and 2.7.

2.5 Load arrangements

2.5.1 Monorail hoist blocks underslung from runway beams

2.5.1.1 Vertical loads

(1) For normal service conditions, the vertical load should be taken as composed of the self-weight of the hoist block, the hoist load and the dynamic factor, see Table 2.1 and Table 2.2.

2.5.1.2 Horizontal forces

(1) In the case of fixed runway beams for monorail underslung trolleys, in the absence of a more accurate value, the longitudinal horizontal forces should be taken as 5 % of the maximum vertical wheel load, neglecting the dynamic factor.

(2) This also applies to horizontal loads in the case of swinging suspended runway beams.

2.5.2 Мостові крани

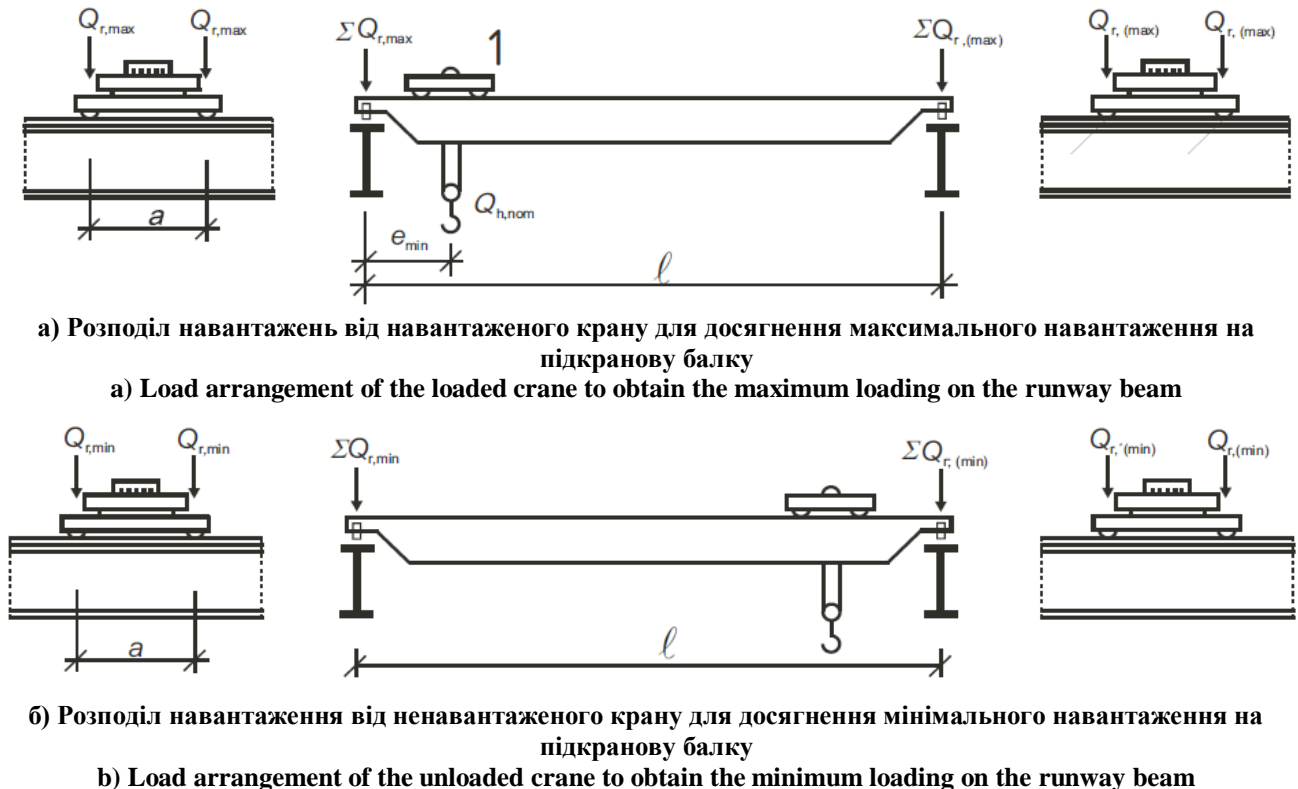
2.5.2.1 Вертикальні навантаження

(1) Відповідні вертикальні колісні навантаження від крану на підкранову балку визначаються з урахуванням розподілу навантажень показаного на рисунку 2.1, використовуючи характеристичні значення, приведені в розділі 2.6.

2.5.2 Overhead travelling cranes

2.5.2.1 Vertical loads

(1) The relevant vertical wheel loads from a crane on a runway beam, should be determined by considering the load arrangements illustrated in Figure 2.1, using the characteristic values given in 2.6.



Позначення	Key
1 Візок мостового крану	1 Crab

Рисунок 2.1 – Розподіл навантаження з метою досягнення відповідних вертикальних дій на балки підкранових шляхів

Figure 2.1 – Load arrangements to obtain the relevant vertical actions to the runway beams

де

$Q_{r,max}$ максимальне навантаження на колесо навантаженого крану;

$Q_{r,(max)}$ супутнє навантаження на протилежне колесо навантаженого крану;

where:

$Q_{r,max}$ is the maximum load per wheel of the loaded crane

$Q_{r,(max)}$ is the accompanying load per wheel of the loaded crane

пр. ДСТУ-Н Б EN 1991-3:201X

$\sum Q_{r,max}$ сума максимальних навантажень $Q_{r,max}$ на підкрановий шлях навантаженого крану;

$\sum Q_{r,(max)}$ сума супутніх максимальних навантажень $Q_{r,(max)}$ на підкрановий шлях навантаженого крану;

$Q_{r,min}$ мінімальне навантаження на колесо крану без навантаження;

$Q_{r,(min)}$ супутнє навантаження на протилежне колесо крану без навантаження;

$\sum Q_{r,min}$ сума мінімальних навантажень $Q_{r,min}$ на підкрановий шлях крану без навантаження;

$\sum Q_{r,(min)}$ сума супутніх мінімальних навантажень $Q_{r,(min)}$ на підкрановий шлях крану без навантаження;

$Q_{h,nom}$ номінальна вантажопідйомність

(2) Ексцентриситет e для прикладення колісного навантаження на колесо Q_r до рейки слід прийняти за частину ширини голівки рейки b_r , див. рисунок 2.2.

Примітка. Значення e може бути задане в національному додатку. Рекомендується значення $e = 0,25b_r$.

$\sum Q_{r,max}$ is the sum of the maximum loads $Q_{r,max}$ per runway of the loaded crane

$\sum Q_{r,(max)}$ is the sum of the accompanying maximum loads $Q_{r,(max)}$ per runway of the loaded crane

$Q_{r,min}$ is the minimum load per wheel of the unloaded crane

$Q_{r,(min)}$ is the accompanying load per wheel of the unloaded crane

$\sum Q_{r,min}$ is the sum of the minimum loads $Q_{r,min}$ per runway of the unloaded crane

$\sum Q_{r,(min)}$ is the sum of the accompanying minimum loads $Q_{r,(min)}$ per runway of the unloaded crane

$Q_{h,nom}$ is the nominal hoist load

(2) The eccentricity of application e of a wheel load Q_r to a rail should be taken as a portion of the width of the rail head b_r , see Figure 2.2.

NOTE: The National Annex may give the value of e . The recommended value is $e = 0,25b_r$.

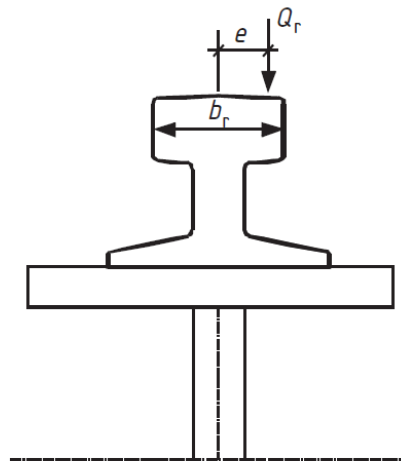


Рисунок 2.2 – Ексцентриситет додатка навантаження на колесо
Figure 2.2 – Eccentricity of application of wheel load

2.5.2.2 Горизонтальні сили

(1) Розглядаються наступні види горизонтальних сил, що викликаються мостовими кранами:

a) горизонтальні сили, викликані прискоренням або гальмуванням крану відносно його руху уздовж балки підкранового шляху, див. 2.7.2;

b) горизонтальні сили, викликані прискоренням або гальмуванням візка мостового крану або підвісного візка відносно їх руху уздовж моста мостового крану, див. 2.7.5;

c) горизонтальні сили, викликані перекосом крану відносно напрямку його руху уздовж балки підкранового шляху, див. 2.7.4;

d) буферні сили, пов'язані з рухом крану, див. 2.11.1;

e) буферні сили, пов'язані з рухом візка мостового крану або підвісного візка, див. 2.11.2.

(2) Якщо не вказане інше, до однієї групи одночасно діючих компонентів кранових навантажень може бути включений тільки один з п'яти видів горизонтальних сил, вказаних в підпунктах з (a) по (д), перерахованих в пунктах (1), див. таблицю 2.2.

(3) Горизонтальні сили, що діють в зоні контактної поверхні колеса підвісних кранів, слід прийняти за 10 % максимального вертикального навантаження на колесо, нехтуючи динамічним компонентом, якщо відсутнє обґрунтування більш точного значення.

(4) Якщо не вказане інше, поздовжні горизонтальні сили $H_{L,i}$, що діють на колесо, і поперечні горизонтальні сили $H_{T,i}$, викликані прискоренням і гальмуванням маси крану або візка тощо, повинні розподілятися, як показано на рисунку 2.3. Характеристичні значення цих сил дані в 2.7.2.

2.5.2.2 Horizontal forces

(1) The following types of horizontal forces from overhead travelling cranes should be taken into account:

a) horizontal forces caused by acceleration or deceleration of the crane in relation to its movement along the runway beam, see 2.7.2;

b) horizontal forces caused by acceleration or deceleration of the crab or underslung trolley in relation to its movement along the crane bridge, see 2.7.5;

c) horizontal forces caused by skewing of the crane in relation to its movement along the runway beam, see 2.7.4;

d) buffer forces related to crane movement, see 2.11.1;

e) buffer forces related to movement of the crab or underslung trolley, see 2.11.2.

(2) Unless otherwise specified, only one of the five types of horizontal forces (a) to (e) listed in (1) should be included in the same group of simultaneous crane load components, see Table 2.2.

(3) For underslung cranes the horizontal forces at the wheel contact surface should be taken as at least 10 % of the maximum vertical wheel load neglecting the dynamic component unless a more accurate value is justified.

(4) Unless otherwise specified, the longitudinal horizontal wheel forces $H_{L,i}$ and the transverse horizontal wheel forces $H_{T,i}$ caused by acceleration and deceleration of masses of the crane or the crab etc., should be applied as given in Figure 2.3. The characteristic values of these forces are given in 2.7.2.

Примітка. Ці сили не включають наслідки перекосу при підйомі через зміщення розташування вантажу відносно візка мостового крану, оскільки підйом вантажів під нахилом взагалі заборонений. Будь-які наслідки неминучих малих значень нахилу при підйомі вантажу включаються в розрахунок інерційних сил.

NOTE: These forces do not include the effects of oblique hoisting due to misalignment of load and crab because in general oblique hoisting is forbidden. Any effects of unavoidable small values of oblique hoisting are included in the inertial forces.

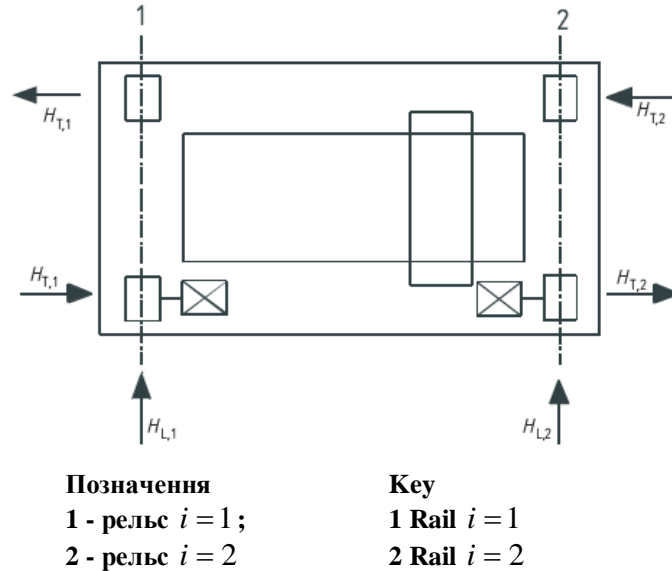
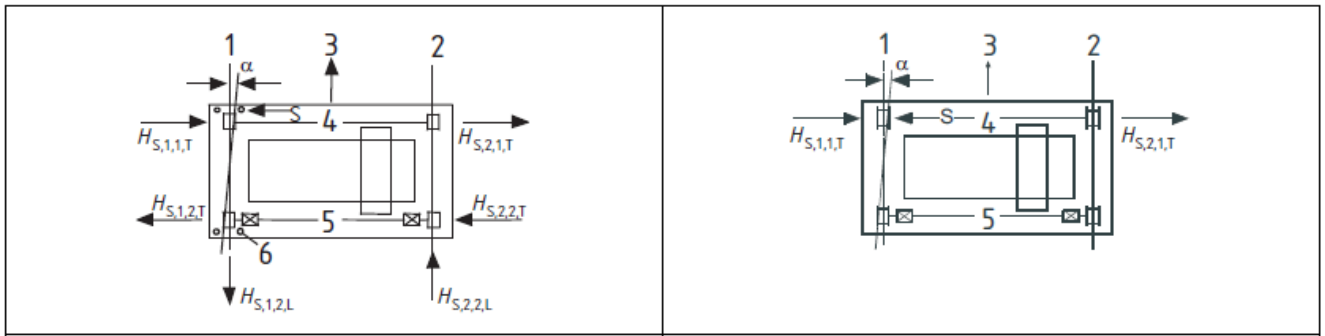


Рисунок 2.3 – Розподіл навантаження, викликаного діючими на колесо поздовжними і поперечними горизонтальними силами, що виникають при прискоренні і гальмуванні

Figure 2.3 – Load arrangement of longitudinal and transverse horizontal wheel forces caused by acceleration and deceleration

(5) Діючі на колеса поздовжні і поперечні горизонтальні сили $H_{S,i,j,k}$, і направляюча сила S , викликані перекосом, можуть діяти на направляючий механізм кранів або візків кранів під час їх руху або усталеного робочого переміщення, див. рисунок 2.4. Ці навантаження викликані направляючими реакціями, які змушують колесо відхилитися від руху в режимі природного вільного кочення або напрямку робочого переміщення. Характеристичні значення приведені в 2.7.4.

(5) The longitudinal and transverse horizontal wheel forces $H_{S,i,j,k}$ and the guide force S caused by skewing can occur at the guidance means of cranes or trolleys while they are travelling or traversing in steady state motion, see Figure 2.4. These loads are induced by guidance reactions which force the wheel to deviate from their free-rolling natural travelling or traverse direction. The characteristic values are given in 2.7.4.



а) з окремим направляючим механізмом
a) with separate guidance means

б) з направляючими колісними ребрами
b) with guidance by means of wheel flanges

Позначення

- 1 - рейка $i = 1$;
- 2 - рейка $i = 2$;
- 3 - напрям руху;
- 4 - колісна пара $j = 1$;
- 5 - колісна пара $j = 2$;
- 6 - направляючий механізм

Key

- 1 Rail $i = 1$
- 2 Rail $i = 2$
- 3 Direction of motion
- 4 Wheel pair $j = 1$
- 5 Wheel pair $j = 2$
- 6 Guide means

Рисунок 2.4 – Розподіл навантаження, викликаного діючими на колесо поздовжніми і поперечними горизонтальними силами, що виникають в результаті перекосу
Figure 2.4 – Load arrangement of longitudinal and transverse horizontal wheel forces caused by skewing

Примітка 1. Напрям горизонтальних сил залежить від типу направляючого механізму, напрям руху і типу приводу колеса.

Примітка 2. Сили $H_{S,i,j,k}$ визначені в 2.7.4(1).

NOTE 1: The direction of the horizontal forces depends on the type of guidance means, the direction of motion and on the type of wheel drive.

NOTE 2: The forces $H_{S,i,j,k}$ are defined in 2.7.4(1).

2.5.3 Дії, викликані кількома кранами

(1)P Крани, що працюють спільно, розглядаються як такі, що чинять єдину дію.

(2) Якщо кілька кранів працюють автономно, має бути вказана максимальна кількість одночасно працюючих кранів, дії від яких слід врахувати.

Примітка. Кількість кранів, що враховуються в найбільш несприятливих умовах, може бути задана в національному додатку. Рекомендована кількість представлена в таблиці 2.3.

2.5.3 Multiple crane action

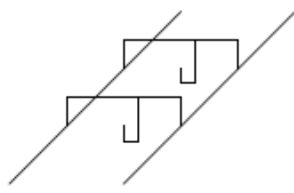
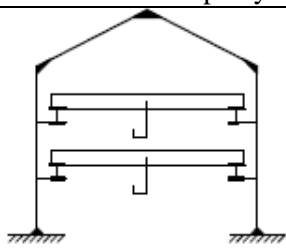
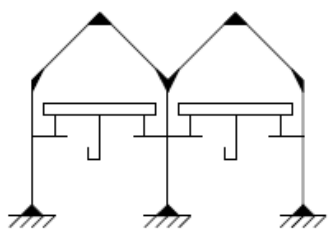
(1)P Cranes that are required to operate together shall be treated as a single crane action.

(2) If several cranes are operating independently, the maximum number of cranes taken into account as acting simultaneously should be specified.

NOTE: The number of cranes to be considered in the most unfavourable position may be specified in the National Annex. The recommended number is given in Table 2.3.

Таблиця 2.3 – Рекомендована максимальна кількість кранів, що враховуються в найбільш несприятливих умовах

Table 2.3 – Recommended maximum number of cranes to be considered in the most unfavourable position

	Кількість кранів на кожен підкрановий шлях Cranes to each runway	Кількість кранів на кожен проліт цеху Cranes in each shop bay	Кількість кранів у багатопролітних будівлях Cranes in multi – bay buildings	
				
Вертикальна дія крану Vertical crane action	3	4	4	2
Горизонтальна дія крану Horizontal crane action	2	2	2	2

2.6 Вертикальні навантаження кранів: характеристичні значення

(1) Характеристичні значення вертикальних кранових навантажень на опорні конструкції кранів повинні визначатися відповідно до таблиці 2.2.

(2)P Номінальні значення власної ваги крану і вантажопідйомності, вказані постачальником крану, повинні прийматися в якості характеристичних значень вертикальних навантажень.

(3) Якщо коефіцієнти динамічності φ_1 , φ_2 , φ_3 і φ_4 , вказані в таблиці 2.1, не включені до технічних умов постачальника, можна скористатися вказівками, наведеними в таблиці 2.4.

(4) Для експлуатаційних значень вітрового навантаження слід користуватися додатком А.

2.6 Vertical crane loads - characteristic values

(1) The characteristic values of the vertical loads from cranes on crane supporting structures should be determined as indicated in Table 2.2.

(2)P For the self-weight of the crane and the hoist load, the nominal values specified by the crane supplier shall be taken as characteristic values of the vertical loads.

(3) If the dynamic factors φ_1 , φ_2 , φ_3 and φ_4 as specified in Table 2.1 are not included in the specifications of the crane supplier the indications in Table 2.4 may be used.

(4) For in-service wind reference should be made to Annex A.

Таблиця 2.4 – Коефіцієнти динамічності φ_i для вертикальних навантажень

Table 2.4 – Dynamic factors φ_i for vertical loads

	Значення коефіцієнтів динамічності Values of dynamic factors
φ_1	$0,9 < \varphi_1 < 1,1$ Значення 1,1 і 0,9 є верхнім і нижнім значеннями коливальної пульсації The two values 1,1 and 0,9 reflect the upper and lower values of the vibrational pulses.
φ_2	$\varphi_2 = \varphi_{2,\min} + \beta_2 v_h$ v_h постійна швидкість підйому, м/сек; steady hoisting speed in m/s; $\varphi_{2,\min}$ і (and) β_2 див. Таблицю 2.5 see Table 2.5
φ_3	$\varphi_3 = 1 - \frac{\Delta m}{m} (1 + \beta_3)$ де: Δm звільнена або скинута частина підйомної маси; m загальна підйомна маса; $\beta_3 = 0,5$ для кранів, оснащених грейферами чи подібними пристроями з уповільненим відпуском; $\beta_3 = 1,0$ для кранів, оснащених магнітами або подібними пристроями зі швидким відпуском where Δm released or dropped part of the hoisting mass m total hoisting mass $\beta_3 = 0,5$ for cranes equipped with grabs or similar slow release devices $\beta_3 = 1,0$ For cranes equipped with magnets or similar rapid-release devices
φ_4	$\varphi_4 = 1,0$ за умови, що дотримані допуски на рейкові шляхи, задані в EN 1993-6 $\varphi_4 = 1,0$ provided that the tolerances for rail tracks as specified in EN 1993-6 are observed.
<p>Примітка. Якщо допуски на рейкові шляхи, задані в EN 1993-6, не дотримані, коефіцієнт динамічності φ_4 можна визначити за допомогою схеми, яку наведено у EN 13001-2.</p> <p>NOTE: If the tolerances for rail tracks as specified in EN 1993-6 are not observed, the dynamic factor φ_4 can be determined with the model provided by EN 13001-2.</p>	

2.7 Горизонтальні навантаження кранів: характеристичні значення

2.7 Horizontal crane loads - characteristic values

2.7.1 Загальні положення

2.7.1 General

(1)Р Номінальні значення ефектів прискорення і перекосу, вказані постачальником крану, повинні прийматися як характеристичні значення горизонтальних навантажень.

(1)P For the acceleration and the skewing effects, the nominal values specified by the crane supplier shall be taken as characteristic values of the horizontal loads.

(2) Характеристичні значення горизонтальних навантажень можуть бути задані постачальником крану або визначені відповідно до 2.7.2 - 2.7.5.

2.7.2 Поздовжні сили $H_{L,i}$ і поперечні сили $H_{T,i}$ викликані прискоренням і гальмуванням крану

(1) Поздовжні сили $H_{L,i}$, викликані прискоренням і гальмуванням конструкції крану генеруються рушійною силою на поверхні зіткнення рейки і веденого колеса, див. рисунок 2.5.

(2) Поздовжні сили $H_{L,i}$, прикладені до балки підкранового шляху можна визначити наступним чином:

$$H_{L,i} = \varphi_5 K \frac{1}{n_r} \tag{2.2}$$

де

- n_r кількість підкранових балок;
- K рушійна сила згідно 2.7.3;
- φ_5 коефіцієнт динамічності, див. таблицю 2.6;
- i ціле число, яким позначена балка підкранового шляху ($i = 1, 2$).

(2) The characteristic values of the horizontal loads may be specified by the crane supplier or be determined using 2.7.2 to 2.7.5.

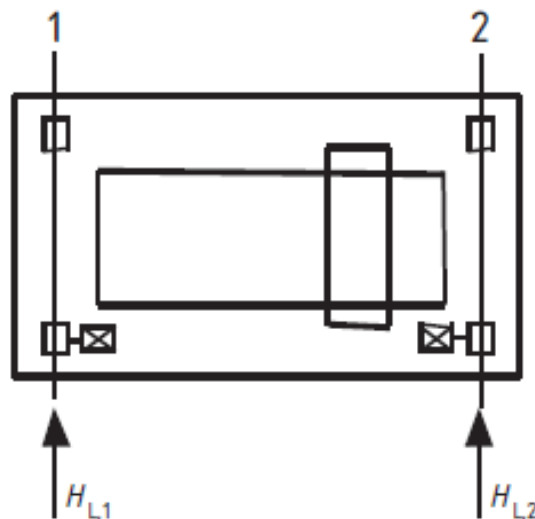
2.7.2 Longitudinal forces $H_{L,i}$ and transverse forces $H_{T,i}$ caused by acceleration and deceleration of the crane

(1) The longitudinal forces $H_{L,i}$ caused by acceleration and deceleration of crane structures result from the drive force at the contact surface between the rail and the driven wheel, see Figure 2.5.

(2) The longitudinal forces $H_{L,i}$ applied to a runway beam may be calculated as follows:

where:

- n_r is the number of runway beams;
- K is the drive force according to 2.7.3;
- φ_5 is the dynamic factor, see Table 2.6;
- i is the integer to identify the runway beam ($i = 1, 2$).



Позначення	Key
1 - рельс $i = 1$	1 Rail $i = 1$
2 - рельс $i = 2$	2 Rail $i = 2$

Рисунок 2.5 – Поздовжні горизонтальні сили $H_{L,i}$
Figure 2.5 – Longitudinal horizontal forces $H_{L,i}$

(3) Момент M , результуючий з рушійної сили, яка має бути прикладена до центру маси, врівноважується поперечними горизонтальними силами Групи уравнень для расчёта железобетонных конструкций зданий и сооружений $H_{T,1}$ і $H_{T,2}$, див. рисунок 2.6. Горизонтальні сили можна розрахувати наступним чином:

(3) The moment M resulting from the drive force which should be applied at the centre of mass is equilibrated by transverse horizontal forces $H_{T,1}$ and $H_{T,2}$, see Figure 2.6. The horizontal forces may be calculated as follows:

$$H_{T,1} = \varphi_5 \xi_2 \frac{M}{a} \quad (2.3)$$

$$H_{T,2} = \varphi_5 \xi_1 \frac{M}{a} \quad (2.4)$$

де

where:

$$\xi_1 = \frac{\sum \varrho_{r,\max}}{\sum \varrho_r}$$

$$\xi_1 = \frac{\sum \varrho_{r,\max}}{\sum \varrho_r}, \quad \xi_2 = 1 - \xi_1,$$

$$\sum \varrho_r = \sum \varrho_{r,\max} + \sum \varrho_{r,(max)}$$

$\sum \varrho_{r,\max}$ див. рисунок 2.1;

$\sum \varrho_{r,\max}$ see Figure 2.1;

$\sum \varrho_{r,(max)}$ див. рисунок 2.1;

$\sum \varrho_{r,(max)}$ see Figure 2.1;

α інтервал між направляючими роликами або колесами з ребордами;

α is the spacing of the guide rollers or the flanged wheels ;

$$M = Kl_s$$

$$l_s = (\xi_1 - 0,5)l$$

l проліт моста крану;

l is the span of the crane bridge;

φ_5 коефіцієнт динамічності, див. таблицю 2.6;

φ_5 is the dynamic factor, see Table 2.6;

K рушійна сила, див. 2.7.3 і рисунок 2.7.

K is the drive force, see 2.7.3 and Figure 2.7

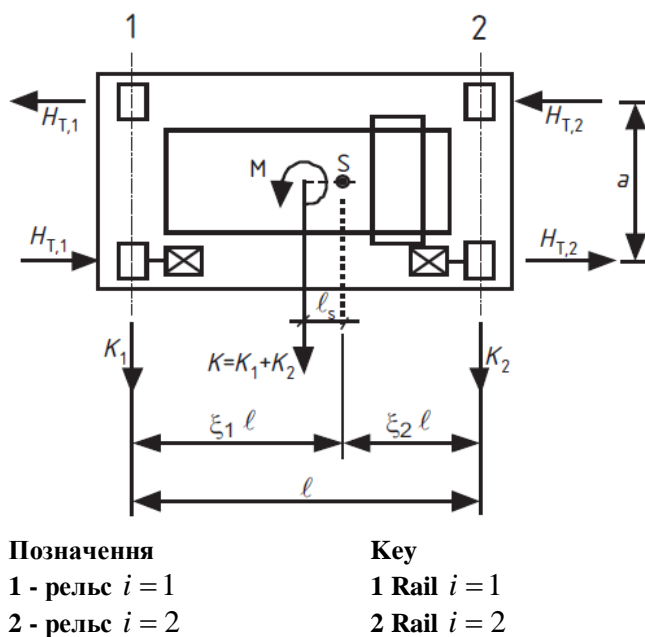


Рисунок 2.6 – Визначення поперечних сил $H_{T,i}$
Figure 2.6 – Definition of the transverse forces $H_{T,i}$

(4) Для зігнутих балок підкранового шляху результуюча відцентрова сила множиться на коефіцієнт динамічності φ_5 .

(4) For curved runway beams the resulting centrifugal force should be multiplied by the dynamic factor φ_5 .

(5) Якщо коефіцієнт динамічності φ_5 не включений в паспортну документацію постачальника крану, використовуються значення, приведені в таблиці 2.6.

(5) If the dynamic factor φ_5 is not included in the specification documents of the crane supplier, values given in Table 2.6 may be used.

Таблиця 2.6 – Коефіцієнт динамічності φ_5

Table 2.6 – Dynamic factor φ_5

Значення коефіцієнта динамічності Values of the dynamic factor φ_5	Спеціальне застосування Specific use
$\varphi_5 = 1,0$	Для розрахунку відцентрових сил for centrifugal forces
$1,0 \leq \varphi_5 \leq 1,5$	Для розрахунку систем, в яких сили змінюються плавно for systems where forces change smoothly
$1,5 \leq \varphi_5 \leq 2$	Для випадків, коли можуть статися різкі зміни for cases where sudden changes can occur
$\varphi_5 = 3,0$	Для приводів, що мають значний мертвий хід for drives with considerable backlash

2.7.3 Рушійна сила K

- (1) Рушійна сила K на веденому колесі має бути такою, щоб колесо не проковзувало.
- (2) Значення рушійної сили K має надати постачальника крану.
- (3) Якщо не застосовується система управління колесами, рушійна сила K може бути розрахована наступним чином:

$$K = K_1 + K_2 = \mu \sum Q_{r,\min}^* \quad (2.5)$$

де

μ коефіцієнт тертя;

- для приводу на одно колесо:
 $\sum Q_{r,\min}^* = m_w Q_{r,\min}$, де m_w - кількість приводів на одне колесо;

- для приводу на середнє колесо:
 $\sum Q_{r,\min}^* = Q_{r,\min} + Q_{r,(min)}$

Примітка 1. В сучасних кранах зазвичай відсутній привід на середнє колесо.

Примітка 2. Значення коефіцієнта тертя може бути задане в національному додатку. Рекомендуються наступні значення:

$\mu = 0,2$ для зв'язаних матеріалів: сталь — сталь;

$\mu = 0,5$ для зв'язаних матеріалів: сталь — гума.

2.7.3 Drive force K

- (1) The drive force K on a driven wheel should be taken such that wheel spin is prevented.
- (2) The drive force K should be obtained from the crane supplier.
- (3) Where no wheel controlled system is applied, the drive force K may be calculated as follows:

where:

μ is the friction factor;

- for a single wheel drive:
 $\sum Q_{r,\min}^* = m_w Q_{r,\min}$, where m_w is the number of single wheel drives;

- for a central wheel drive:
 $\sum Q_{r,\min}^* = Q_{r,\min} + Q_{r,(min)}$;

NOTE 1: Modern cranes do not normally have a central wheel drive.

NOTE 2: The value of the friction factor may be given in the National Annex. The recommended values are:

$\mu = 0,2$ for steel - steel;

$\mu = 0,5$ for steel - rubber

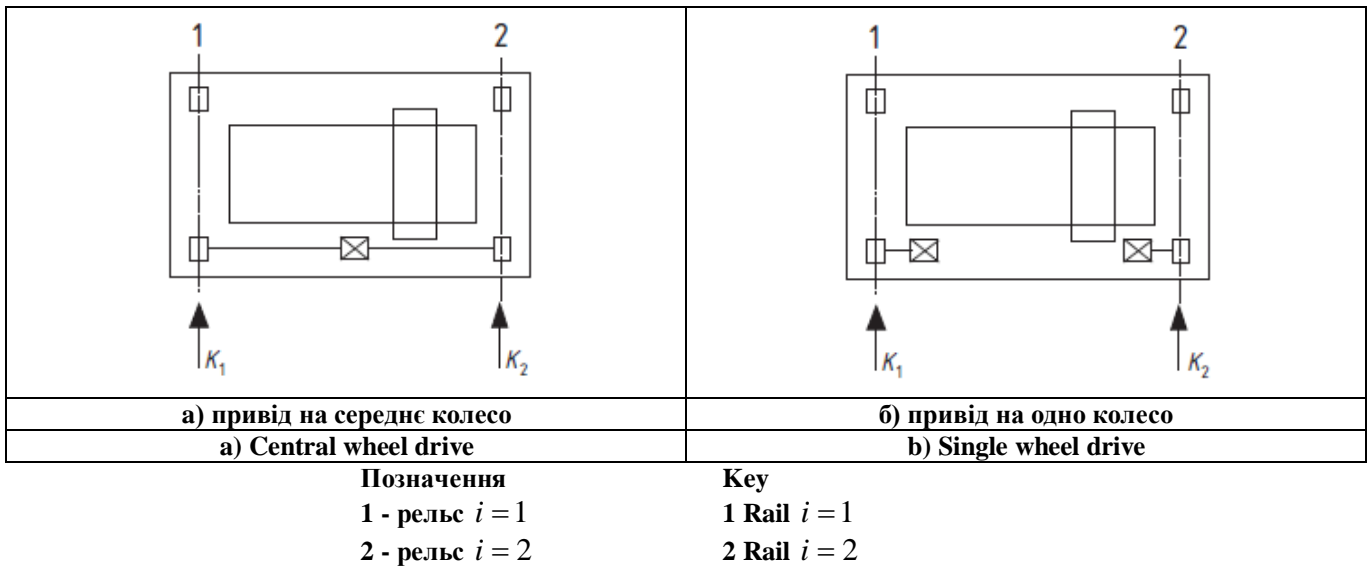


Рисунок 2.6 – Визначення рушійної сили K
Figure 2.6 – Definition of the drive force K

2.7.4 Горизонтальні сили $H_{S,i,j,k}$ і направляюа сила S , викликані перекосом крану

2.7.4 Horizontal forces $H_{S,i,j,k}$ and the guide force S caused by skewing of the crane

(1) направляюа сила S і поперечні сили $H_{S,i,j,k}$, викликані перекосом, можна розрахувати з рівнянь:

(1) The guide force S and the transverse forces $H_{S,i,j,k}$ caused by skewing may be obtained from:

$$S = f \lambda_{S,j} \sum Q_r \tag{2.6}$$

$$H_{S,1,j,L} = f \lambda_{S,1,j,L} \sum Q_r \tag{2.7}$$

$$H_{S,2,j,L} = f \lambda_{S,2,j,L} \sum Q_r \tag{2.8}$$

$$H_{S,1,j,T} = f \lambda_{S,1,j,T} \sum Q_r \tag{2.9}$$

$$H_{S,2,j,T} = f \lambda_{S,2,j,T} \sum Q_r \tag{2.10}$$

де
 f "непозитивний коефіцієнт", див. (2);
 $\lambda_{S,i,j,k}$ коефіцієнт електромеханічного зв'язку, див. (4);
 i i -тий рельс;
 j j -та колісна пара;
 k напрям дії сили (L = повздожній, T = поперечний).

where:
 f is the "non-positive factor", see (2);
 $\lambda_{S,i,j,k}$ is the force factor, see (4);
 i is the rail i ;
 j is the wheel pair j ;
 k is the direction of the force (L = longitudinal, T = transverse).

(2) "Непозитивний" коефіцієнт можна визначити з виразу

(2) The "non-positive" factor may be determined from:

$$f = 0,3 (1 - \exp(-250 \alpha)) \leq 0,3 \tag{2.11}$$

де

α кут перекосу, див. (3).

(3) Кут перекосу α , див. рисунок 2.8, що не повинен перевищувати 0,015 рад (включно), обирається з урахуванням проміжку між направляючим механізмом і рейкою, а також раціонального розкиду розмірів і зносу коліс устаткування і рейок. Його можна визначити наступним чином:

$$\alpha = \alpha_F + \alpha_V + \alpha_O \leq 0,015 \text{ rad} \quad (2.12)$$

де

α_F , α_V і α_O мають значення, визначені в таблиці 2.7.

where:

α is the skewing angle, see (3).

(3) The skewing angle α , see Figure 2.8, which should be equal to or less than 0,015 rad, should be chosen taking into account the space between the guidance means and the rail as well as reasonable dimensional variation and wear of the appliance wheels and the rails. It may be determined as follows:

where:

α_F , α_V and α_O are as defined in Table 2.7.

Таблиця 2.7 – Визначення α_F , α_V і α_O

Table 2.7 – Definition of α_F , α_V and α_O

Кути α_i Angles α_i	Мінімальні значення α_i Minimum values of α_i
$\alpha_F = \frac{0,75x}{a_{ext}}$	0,75x ≥ 5 мм для направляючих роликів 0,75x ≥ 5 mm for guide rollers
	0,75x ≥ 10 мм для реборд колеса 0,75x ≥ 10 mm for wheel flanges
$\alpha_V = \frac{y}{a_{ext}}$	y ≥ 0,03b мм для направляючих роликів y ≥ 0,03b mm for guide rollers
	y ≥ 0,10b мм для реборд колеса y ≥ 0,10b mm for wheel flanges
α_O	$\alpha_O = 0,001$

де

α_{ext} інтервал між зовнішніми направляючими механізмами або колесами з ребордами уздовж направляючої рейки;

b ширина голівки рейки;

x габарит наближення між рейкою і направляючим механізмом (бічний зсув);

y знос рейки і направляючого механізму;

α_O допуск на напрям колеса і рейки.

Where:

α_{ext} is the spacing of the outer guidance means or flanged wheels on the guiding rail;

b is the width of the rail head;

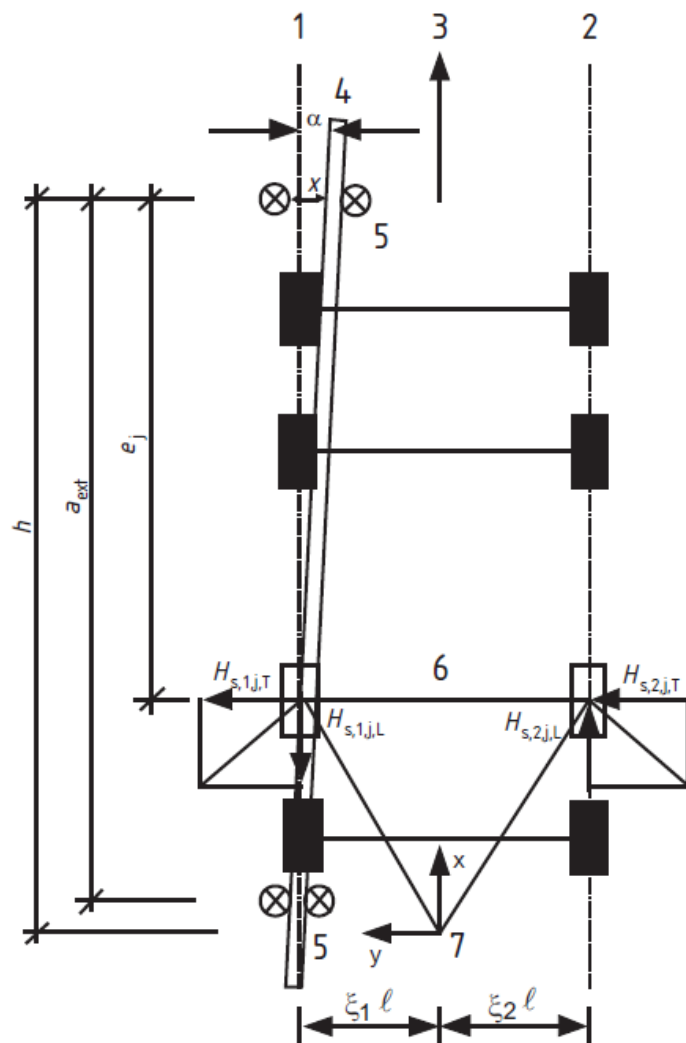
x is the track clearance between the rail and the guidance means (lateral slip);

y is the wear of the rail and the guidance means;

α_O is the tolerance on wheel and rail directions.

(4) Коефіцієнт електромеханічного зв'язку $\lambda_{s,i,j,k}$ залежить від комбінації колісних пар і відстані h між миттєвим центром обертання і відповідним направляючим механізмом, а саме першими у напрямі руху, див. рисунок 2.8. Значення відстані h може бути запозичене з таблиці 2.8. Коефіцієнт електромеханічного зв'язку $\lambda_{s,i,j,k}$ можна визначити з виразів, приведених в таблиці 2.9.

(4) The force factor $\lambda_{s,i,j,k}$ depends on the combination of the wheel pairs and the distance h between the instantaneous centre of rotation and the relevant guidance means, i.e. the front ones in the direction, see Figure 2.8. The value of the distance h may be taken from Table 2.8. The force factor $\lambda_{s,i,j,k}$ may be determined from the expressions given in Table 2.9.



Позначення

- 1 - рейка $i = 1$;
- 2 - рейка $i = 2$;
- 3 - напрям руху;
- 4 - напрям рейки;
- 5 - направляючий механізм;
- 6 - колісна пара j ;
- 7 - миттєвий центр обертання

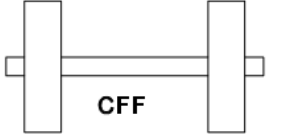
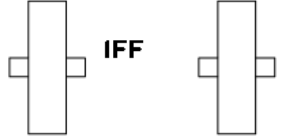
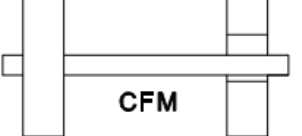

Key

- 1 Rail $i = 1$
- 2 Rail $i = 2$
- 3 Direction of motion
- 4 Direction of rail
- 5 Guidance means
- 6 Wheel pair j
- 7 Instantaneous centre of rotation

Рисунок 2.6 – Визначення кута α і відстані h

Figure 2.6 – Definition of angle α and the distance h

Таблиця 2.8 – Визначення відстані h
Table 2.8 – Determination of the distance h

Фіксація коліс залежно від бічних переміщень Fixing of wheels according to lateral movements	Комбінації колісних пар Combination of wheel pairs		h
	спарені колеса (c) coupled (c)	незалежні колеса (i) independent (i)	
Нерухоме/Нерухоме Fixed/Fixed FF			$\frac{m\xi_1\xi_2l^2 + \sum e_j^2}{\sum e_j}$
Нерухоме/Рухоме Fixed/Movable FM			$\frac{m\xi_1l^2 + \sum e_j^2}{\sum e_j}$

де
 h – відстань між миттєвим центром обертання і відповідним направляючим механізмом;
 m – кількість спарених колісних пар ($m = 0$ для незалежних колісних пар);
 ξ_1l – відстань від миттєвого центру обертання до рейки 1;
 ξ_2l – відстань від миттєвого центру обертання до рейки 2;
 l – прогін устаткування;
 e_j – відстань від колісної пари j до відповідного направляючого механізму.

Where:
 h is the distance between the instantaneous centre of rotation and the relevant guidance means;
 m is the number of pairs of coupled wheels ($m = 0$ for independent wheel pairs);
 ξ_1l is the distance of the instantaneous centre of rotation from rail 1;
 ξ_2l is the distance of the instantaneous centre of rotation from rail 2;
 l is the span of the appliance;
 e_j is the distance of the wheel pair j from the relevant guidance means.

Таблиця 2.9 – Визначення значень $\lambda_{S,i,j,k}$

Table 2.9 – Definition of $\lambda_{S,i,j,k}$ – values

Система System	$\lambda_{S,i,j,k}$	$\lambda_{S,1,j,L}$	$\lambda_{S,1,j,T}$	$\lambda_{S,2,j,L}$	$\lambda_{S,2,j,T}$
CFF	$1 - \frac{\sum e_j}{nh}$	$\frac{\xi_1 \xi_2 l}{n h}$	$\frac{\xi_2}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$	$\frac{\xi_1 \xi_2 l}{n h}$	$\frac{\xi_1}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$
IFF		0	$\frac{\xi_2}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$	0	$\frac{\xi_1}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$
CFM	$\xi_2 \left(1 - \frac{\sum e_j}{nh}\right)$	$\frac{\xi_1 \xi_2 l}{n h}$	$\frac{\xi_2}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$	$\frac{\xi_1 \xi_2 l}{n h}$	0
IFM		0	$\frac{\xi_2}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$	0	0

де
 n кількість колісних пар;
 $\xi_1 l$ відстань від миттєвого центру обертання до рейки 1;
 $\xi_2 l$ відстань від миттєвого центру обертання до рейки 2;
 l прогін устаткування;
 e_j відстань від колісної пари j до відповідного направляючого механізму.
 h відстань між миттєвим центром обертання і відповідним направляючим механізмом.

Where:

n is the number of wheel pairs;
 $\xi_1 l$ is the distance of the instantaneous centre of rotation from rail 1;
 $\xi_2 l$ is the distance of the instantaneous centre of rotation from rail 2;
 l is the span of the appliance;
 e_j is the distance of the wheel pair j from the relevant guidance means;
 h is the distance between the instantaneous centre of rotation and the relevant guidance means.

2.7.5 Горизонтальна сила $H_{T,3}$, викликана прискоренням або гальмуванням візка мостового крану

(1) Допускається, що горизонтальна сила $H_{T,3}$, викликана прискоренням або гальмуванням візка мостового крану чи підвісного візка, замінюється горизонтальною силою $H_{B,2}$, визначеною в 2.11.2.

2.8 Температурні ефекти

(1)P За необхідності до уваги приймаються наслідки дій на підкранові шляхи в результаті температурних коливань. Але зазвичай нерівномірний розподіл температури не враховується.

2.7.5 Horizontal force $H_{T,3}$ caused by acceleration or deceleration of the crab

(1) The horizontal force $H_{T,3}$ caused by acceleration or deceleration of the crab or trolley may be assumed to be covered by the horizontal force $H_{B,2}$ given in 2.11.2.

2.8 Temperature effects

(1)P The action effects on runways due to temperature variations shall be taken into account where necessary. In general, nonuniform distributed temperature need not be considered.

(2) Про різницю температур для підкранових шляхів розташованих просто неба див. EN 1991-1-5.

2.9 Навантаження на пішохідні мостки, сходи, платформи і захисні обгороджування

2.9.1 Вертикальні навантаження

(1) Якщо не вказане інше, пішохідні мостки, сходи і платформи навантажуються вертикальним навантаженням Q , розподіленим на поверхні площею $0,3\text{м} \times 0,3\text{м}$.

(2) У місцях, де складуються матеріали, слід додавати вертикальне навантаження $Q_k = 3$ кН.

(3) Якщо пішохідні мостки, сходи і платформи забезпечують тільки доступ, характеристичне значення в пункті (2) можна понизити до 1,5 кН.

(4) Вертикальним навантаженням Q_k можна нехтувати, якщо на даний конструктивний елемент діють кранові навантаження.

2.9.2 Горизонтальні навантаження

(1) Якщо не вказане інше, захисне обгороджування слід завантажувати зосередженим горизонтальним навантаженням $H_k = 0,3$ кН.

(2) Горизонтальним навантаженням H_k можна нехтувати, якщо на усі конструктивні елементи діють кранові навантаження.

2.10 Випробувальні навантаження

(1) Коли випробування проводяться після монтажу кранів на опорних конструкціях, необхідно перевірити відповідність опорних конструкцій умовам випробувальних навантажень.

(2) За необхідності, для випробувальних навантажень проектується опорні конструкції кранів.

(2) For the temperature difference for outdoor runways see EN 1991-1-5.

2.9 Loads on access walkways, stairs, platforms and guard rails

2.9.1 Vertical loads

(1) Unless otherwise stated, the access walkways, stairs and platforms should be loaded by a vertical load Q spread over a square surface of $0,3\text{m} \times 0,3\text{m}$.

(2) Where materials can be deposited a vertical load $Q_k = 3$ kN should be applied.

(3) If the walkways, stairs and platforms are provided for access only, the characteristic value in (2) may be reduced to 1,5 kN.

(4) The vertical load Q_k may be disregarded if the structural member considered is subjected to crane actions.

2.9.2 Horizontal loads

(1) Unless otherwise stated, the guard rail should be loaded by a single horizontal load $H_k = 0,3$ kN.

(2) The horizontal load H_k may be disregarded if all structural members are subjected to crane actions.

2.10 Test loads

(1) When tests are performed after erection of the cranes on the supporting structures, the supporting structure should be checked against the test loading conditions.

(2) If relevant, the crane supporting structure should be designed for these test loads.

(3)Р Випробувальне навантаження на вантажопідйомність має бути збільшене на коефіцієнт динамічності φ_6 .

(4) При розгляді випробувальних навантажень необхідно розрізняти наступні випадки:

- Динамічне випробувальне навантаження:

За допомогою приводів випробувальне навантаження переміщується в робочому напрямку крану. Випробувальне навантаження повинно складати, принаймні, 110 % номінальної вантажопідйомності.

$$\varphi_6 = 0,5(1,0 + \varphi_2) \quad (2.13)$$

- Статичне випробувальне навантаження:

В процесі випробувань навантаження підвищується шляхом вантаження крану без застосування приводів. Випробувальне навантаження повинно складати, принаймні, 125 % номінальної вантажопідйомності.

$$\varphi_6 = 1,0 \quad (2.14)$$

2.11 Випадкові дії

2.11.1 Буферні сили $H_{B,1}$, пов'язані з рухом крану

(1)Р Коли використовуються буфери (тупикові упори), сили, які виникають при зіткненні з ними і діють на опорну конструкцію крану, мають розраховуватися виходячи з кінетичної енергії усіх задіяних частин крану, який переміщується зі швидкістю від 0,7 до 1,0 номінальної швидкості.

(2) Буферні сили, помножені на φ_7 відповідно до таблиці 2.10, для врахування динамічних ефектів, можна розрахувати, взявши до уваги розподіл відповідних мас і буферних характеристик, див. рисунок 2.9b.

$$H_{B,1} = \varphi_7 v_1 \sqrt{m_c S_B} \quad (2.15)$$

де

(3)P The hoist test load shall be amplified by a dynamic factor φ_6 .

(4) When considering test loads the following cases should be distinguished:

– Dynamic test load:

The test load is moved by the drives in the way the crane will be used. The test load should be at least 110 % of the nominal hoist load.

– Static test load:

The load is increased for testing by loading the crane without the use of the drives. The test load should be at least 125 % of the nominal hoist load.

2.11 Accidental actions

2.11.1 Buffer forces $H_{B,1}$ related to crane movement

(1) Where buffers are used, the forces on the crane supporting structure arising from collision with the buffers shall be calculated from the kinetic energy of all relevant parts of the crane moving at 0,7 to 1,0 times the nominal speed.

(2) The buffer forces multiplied by φ_7 according to Table 2.10, to make allowance for dynamic effects, may be calculated taking into account the distribution of relevant masses and the buffer characteristics, see Figure 2.9b.

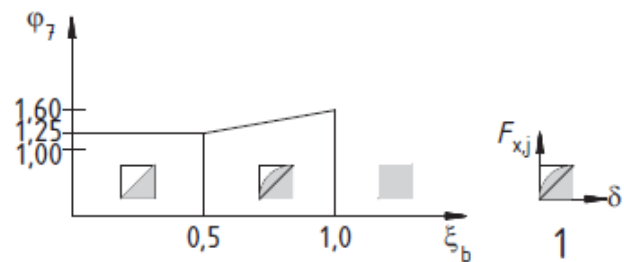
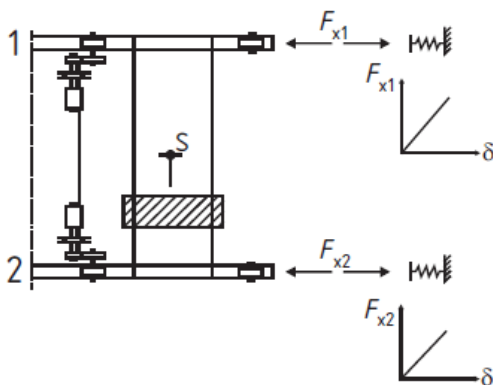
where:

φ_7 див. таблицю 2.10;
 $v_1 = 70 \%$ швидкості на довгому ході (м/сек);
 m_c маса крану і вантажопідйомність брутто (кг);
 S_B динамічна жорсткість буфера (Н/м).

φ_7 see Table 2.10;
 v_1 is 70 % of the long travel velocity (m/s);
 m_c is the mass of the crane and the hoist load (kg);
 S_B is the spring constant of the buffer (N/m).

Таблиця 2.10 – Коефіцієнт динамічності φ_7
Table 2.10 – Dynamic factor φ_7

Значення коефіцієнта динамічності φ_7 Values of dynamic factor φ_7	Характеристика буфера Buffer characteristic
$\varphi_7 = 1,25$	$0,0 \leq \xi_b \leq 0,5$
$\varphi_7 = 1,25 + 0,7(\xi_b - 0,5)$	$0,5 \leq \xi_b \leq 1$
Примітка. ξ_b можна визначити приблизно згідно з малюнком 2.9 NOTE: ξ_b may be approximately determined from Figure 2.9	



а) буферна сила
a) Buffer force

б) характеристика буфера:
b) Buffer characteristic:

$$\xi_b = \frac{1}{Fu} \int_0^u F du$$

Позначення
1 - характеристика буфера

Key
1 Buffer characteristic

Примітка. Додаткову інформацію про характеристики буферів див в EN 13001-2.
NOTE: For additional information about the characteristic of buffers see EN 13001-2.

Рисунок 2.9 – Визначення буферної сили
Figure 2.9 – Definition of the buffer force

2.11.2 Буферні сили $H_{B,2}$, пов'язані з рухами візку мостового крану

(1) Якщо корисний вантаж розгойдується у вільному стані, горизонтальне навантаження $H_{B,2}$, що представляє буферні сили, пов'язані з рухом візка мостового крану або підвісного візка, можна прийняти за 10% суми

2.11.2 Buffer forces $H_{B,2}$ related to movements of the crab

(1) Provided that the payload is free to swing, the horizontal load $H_{B,2}$ representing the buffer forces related to movement of the crab or trolley may be taken as 10 % of the sum of the hoist load and the weight of the crab or trolley. In other cases the buffer force

піднятої ваги і ваги візка мостового крану або підвісного візка. У інших випадках буферна сила визначається так само, як при русі крану, див. 2.11.1.

2.11.3 Перевертаючі сили

(1) Якщо горизонтальні навантаження на кран стримуються, але кран може перекинутися при зіткненні вантажу або підйомного пристрою з перешкодою, необхідно врахувати результуючі статичні сили.

2.12 Втомні навантаження

2.12.1 Дії, викликані одним краном

(1)Р Втомні навантаження (для розрахунку на витривалість) мають бути розраховані так, щоб врахувати експлуатаційні умови розподілу навантажень від піднятого вантажу і дію різних положень крану на детальний розрахунок втоми.

Примітка. Коли є досить інформації щодо умов експлуатації, втомні навантаження розраховуються відповідно до EN 13001 і додатком А до EN 1993-1-9. Якщо ця інформація відсутня або надається перевага спрощеному підходу, застосовуються наступні правила.

(2) Для нормальних умов експлуатації крану втомні навантаження виражаються за допомогою еквівалентних навантажень втомного руйнування Q_e , які можна прийняти за постійну величину у будь-якому положенні крану, щоб визначити ефекти втомного навантаження

Примітка. Ця процедура сумісна з EN 13001. Не зважаючи на те, що вона є спрощеним підходом до розрахунку пролітних будов козлового крану, вона забезпечує відповідність неповної інформації на стадії проектування.

(3) Еквівалентне навантаження втомного руйнування Q_e може бути розраховане наступним чином, що включатиме ефекти історії вантажень, що виникають у зв'язку із заданими умовами експлуатації, а також відношення абсолютної кількості циклів вантаження впродовж передбачуваного терміну служби конструкції до контрольного значення $N = 2,0 \times 10^6$ циклів.

should be determined as for crane movement, see 2.11.1.

2.11.3 Tilting forces

(1) If a crane with horizontally restrained loads can tilt when its load or lifting attachment collides with an obstacle, the resulting static forces shall be considered.

2.12 Fatigue loads

2.12.1 Single crane action

(1)P Fatigue loads shall be determined such that the operational conditions of the distribution of hoist loads and the effects of the variation of crane positions to the fatigue details are duly considered.

NOTE: Where sufficient information on the operational conditions is available, the fatigue loads may be determined according to EN 13001 and EN 1993-1-9, Annex A. Where this information is not available, or where a simplified approach is favoured, the following rules apply.

(2) For normal service conditions of the crane the fatigue loads may be expressed in terms of fatigue damage equivalent loads Q_e that may be taken as constant for all crane positions to determine fatigue load effects.

NOTE: The procedure is compatible with EN 13001 however it is a simplified approach for gantry girders to comply with incomplete information during the design stage.

(3) The fatigue damage equivalent load Q_e may be determined such that it includes the effects of the stress histories arising from the specified service conditions and the ratio of the absolute number of load cycles during the expected design life of the structure to the reference value $N = 2,0 \times 10^6$ cycles.

Таблиця 2.11 – Класифікація втомних дій кранів відповідно до EN 13001-1
Table 2.11 – Classification of the fatigue actions from cranes according to EN 13001-1

		Q_0	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5
Клас спектру навантаження Class of load spectrum		$kQ \leq 0,0313$	$0,0313 < kQ \leq 0,0625$	$0,0625 < kQ \leq 0,125$	$0,125 < kQ \leq 0,25$	$0,25 < kQ \leq 0,5$	$0,5 < kQ \leq 1,0$
клас загальної кількості циклів class of total number of cycles							
U_0	$C \leq 1,6 \times 10^4$	S_0	S_0	S_0	S_0	S_0	S_0
U_1	$1,6 \times 10^4 < C \leq 3,15 \times 10^4$	S_0	S_0	S_0	S_0	S_0	S_1
U_2	$3,15 \times 10^4 < C \leq 6,3 \times 10^4$	S_0	S_0	S_0	S_0	S_1	S_2
U_3	$6,30 \times 10^4 < C \leq 1,25 \times 10^5$	S_0	S_0	S_0	S_1	S_2	S_3
U_4	$1,25 \times 10^5 < C \leq 2,50 \times 10^5$	S_0	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4
U_5	$2,50 \times 10^5 < C \leq 5,00 \times 10^5$	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
U_6	$5,00 \times 10^5 < C \leq 1,00 \times 10^6$	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
U_7	$1,00 \times 10^6 < C \leq 2,00 \times 10^6$	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7
U_8	$2,00 \times 10^6 < C \leq 4,00 \times 10^6$	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8
U_9	$4,00 \times 10^6 < C \leq 8,00 \times 10^6$	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9
<p>де kQ коефіцієнт спектру вантаження для усіх робіт, що виконуються за допомогою крану; C загальна кількість робочих циклів впродовж розрахункового терміну служби крану.</p> <p>where: kQ is a load spectrum factor for all tasks of the crane; C is the total number of working cycles during the design life of the crane.</p> <p>Примітка. В EN 13001-1 класи S_i розподіляються згідно історії ефектів вантаження - параметру s, який визначається як: $s = \nu k$, де: k коефіцієнт спектру вантаження; ν кількість циклів вантаження C, співвіднесене з $2,0 \cdot 10^6$ циклів вантаження. Ця класифікація заснована на загальній тривалості терміну служби 25 років.</p> <p>NOTE: The classes S_i are classified by the stress effect history parameter s in EN 13001-1 which is defined as: $s = \nu k$ where: k is the stress spectrum factor; ν is the number of stress cycles C related to $2,0 \times 10^6$ stress cycles. The classification is based on a total service life of 25 years.</p>							

(4) Втомне навантаження можна визначити як: (4) The fatigue load may be specified as:

$$Q_e = \varphi_{fat} \lambda_i Q_{max.i} \quad (2.16)$$

де:

$Q_{max.i}$ максимальне значення вертикального навантаження на i -те колесо;

where:

$Q_{max.i}$ is the maximum value of the characteristic vertical wheel load i ;

пр. ДСТУ-Н Б EN 1991-3:201X

$\lambda_i = \lambda_{1,i} \lambda_{2,i}$ коефіцієнт еквівалентного руйнування для введення поправки на відповідний стандартизований спектр втомного навантаження і абсолютну кількість циклів вантаження відносно $N = 2 \times 10^6$ циклів.

$\lambda_i = \lambda_{1,i} \lambda_{2,i}$ is the damage equivalent factor to make allowance for the relevant standardized fatigue load spectrum and absolute number of load cycles in relation to $N = 2 \times 10^6$ cycles;

$$\lambda_{1,i} = \sqrt[m]{kQ} = \left[\sum_j \left(\left(\frac{\Delta Q_{i,j}}{\max \Delta Q_i} \right)^m \frac{n_{i,j}}{\sum n_{i,j}} \right) \right]^{1/m} \quad (2.17)$$

$$\lambda_{2,i} = \sqrt[m]{nv} = \left[\frac{\sum n_{i,j}}{N} \right]^{1/m} \quad (2.18)$$

де

$\Delta Q_{i,j}$ амплітуда навантаження в j -тому діапазоні на i -те колесо:

$$\Delta Q_{i,j} = Q_{i,j} - Q_{\min,i};$$

$\max \Delta Q_i$ максимальна амплітуда навантаження на i -те колесо:
 $\max \Delta Q_i = Q_{\max,i} - Q_{\min,i};$

kQ, v коефіцієнти еквівалентного руйнування;

m нахил кривої втомної міцності;

φ_{fat} коефіцієнти еквівалентного руйнування при динамічному навантаженні, див. (7);

i - кількість коліс

$$N = 2 \times 10^6$$

Примітка. Значення m див. в EN 1993-1-9; також див. примітки до таблиці 2.12.

(5) Щоб розрахувати значення λ , використання кранів можна класифікувати відповідно до спектру навантаження і загальної кількості циклів навантаження, як показано в таблиці 2.11.

(6) Значень λ береться з таблиці 2.12 відповідно до класифікації кранів.

where:

$\Delta Q_{i,j}$ is the load amplitude of range j for wheel i : $\Delta Q_{i,j} = Q_{i,j} - Q_{\min,i};$

$\max \Delta Q_i$ is the maximum load amplitude for wheel i : $\max \Delta Q_i = Q_{\max,i} - Q_{\min,i};$

kQ, v are the damage equivalent factors;

m is the slope of the fatigue strength curve;

φ_{fat} is the damage equivalent dynamic impact factor, see (7);

i is the number of the wheel

$$N \text{ is } 2 \times 10^6$$

NOTE: For the value of m see EN 1993-1-9, see also notes to Table 2.12.

(5) For determining the λ -value the use of cranes may be classified according to the load spectrum and the total number of load cycles as indicated in Table 2.11.

(6) λ -values may be taken from Table 2.12 according to the crane classification.

Таблиця 2.12 – Значення λ_i відповідно до класифікації кранів
Table 2.12 – λ_i -values according to the classification of cranes

Класи S Classes S	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9
Нормальні напруження normal stresses	0,198	0,250	0,315	0,397	0,500	0,630	0,794	1,00	1,260	1,587
Зсувні напруження shear stresses	0,379	0,436	0,500	0,575	0,660	0,758	0,871	1,00	1,149	1,320

Примітка 1. При розрахунку значень λ використовувалися нормалізовані спектри навантаження з гауссовим розподілом для ефектів навантаження, законом накопичення ушкоджень Майнера і рядки $S - N$ втомної міцності з нахилом $m = 3$ для нормальних напружень і $m = 5$ для зсувних напружень.
NOTE 1: In determining the λ -values standardized spectra with a gaussian distribution of the load effects, the Miner rule and fatigue strength $S - N$ lines with a slope $m = 3$ for normal stresses and $m = 5$ for shear stress have been used.

Примітка 2. Якщо класифікація крану не включена до деталізованої специфікації, вказівки по застосуванню крану можна знайти в додатку В.
NOTE 2: In case the crane classification is not included in the specification documents of the crane indications are given in Annex B.

(7) Коефіцієнт еквівалентного руйнування при динамічній дії φ_{fat} в нормальних умовах можна прийняти за:

$$\varphi_{fat,1} = \frac{1 + \varphi_1}{2} \quad \varphi_{fat,2} = \frac{1 + \varphi_2}{2} \quad (2.19)$$

2.12.2 Ефекти розмаху напружень під дією багатоколісних конструкцій або кранів

(1) Розмах напружень внаслідок навантажень на колесо еквівалентних руйнуванню Q_e можна розрахувати, виходячи з оцінки історій навантаження для детального розрахунку втоми.

Примітка. Спрощені підходи з використанням значень λ_i з таблиці 2.12 див. в п. 9.4.2.3 EN 1993-6.

3 ДІЇ, ВИКЛИКАНІ ОБЛАДНАННЯМ

3.1 Сфера застосування

(1) Цей розділ застосовується до опорних конструкцій поворотного устаткування, яке викликає динамічні ефекти в одній і більше площинах.

(2) В цьому розділі представлені методи розрахунку динамічної поведінки і ефектів дії для перевірки безпеки конструкцій.

(7) The damage equivalent dynamic impact factor φ_{fat} for normal conditions may be taken as:

2.12.2 Stress range effects of multiple wheel or crane actions

(1) The stress range due to damage equivalent wheel loads Q_e may be determined from the evaluation of stress histories for the fatigue detail considered.

NOTE: For simplified approaches using the values λ_i from Table 2.12, see EN 1993-6, 9.4.2.3.

3 ACTIONS INDUCED BY MACHINERY

3.1 Field of application

(1) This section applies to structures supporting rotating machines which induce dynamic effects in one or more planes.

(2) This section presents methods to determine the dynamic behaviour and action effects to verify the safety of the structure.

Примітка. Хоча точну межу встановити неможливо, загалом можна припустити, що відносно малогабаритного обладнання, в якому обертаються лише окремі частини, вага не перевищує 5 кН, а потужність є меншою за 50 кВт, ефекти дії включені в розрахунок прикладених навантажень, і тому немає необхідності в їх окремому розгляді. У таких випадках щоб захистити машини і навколишнє обладнання, досить встановити під опорною рамою так звані вібропоглиначі. Прикладами є пральні машини і невеликі вентилятори.

3.2 Класифікація дій

3.2.1 Загальні положення

(1)Р Дії обладнання як поділяються на постійні, тимчасові і випадкові дії, які представлені різними моделями описані в 3.2.2 - 3.2.4.

3.2.2 Постійні дії

(1) Постійні дії в процесі експлуатації включають власну вагу усіх нерухомих і рухомих деталей, а також статичні експлуатаційні дії, що виникають від:

- власної ваги роторів і корпусу (по вертикалі);
- власної ваги холодильників, з урахуванням заповнення водою (по вертикалі), якщо це необхідно;
- дії розрідженості для турбін, випарники яких сполучені з корпусом компенсаторами (по вертикалі і по горизонталі);
- обертаючого моменту механізму, що передається на фундамент через корпус (парними вертикальними силами);
- сили тертя в підшипниках, викликані тепловим розширенням корпусу (по горизонталі);
- дії від власної ваги, сил і моментів в трубах пов'язаних з тепловим розширенням, дій газу; потоку і тиску газу (по вертикалі і по горизонталі);
- температурних ефектів від обладнання та труб наприклад, при різниці температури механізму та труб із фундаментом.

(2) Постійні дії на перехідних стадіях (монтаж, технічне обслуговування або ремонт) визначаються власною вагою,

NOTE: Though a precise limit cannot be set, in general it may be assumed that for minor machinery with only rotating parts and weighing less than 5 kN or having a power less than 50 kW, the action effects are included in the imposed loads and separate considerations are therefore not necessary. In these cases the use of so called vibration absorbers under the supporting frame is sufficient to protect the machine and the surroundings. Examples are washing machines and small ventilators.

3.2 Classification of actions

3.2.1 General

(1)P Actions from machinery are classified as permanent, variable and accidental actions which are represented by various models as described in 3.2.2 to 3.2.4.

3.2.2 Permanent actions

(1) Permanent actions during service include the self-weight of all fixed and moveable parts and static actions from service such as:

- self-weight of rotors and the hull (vertical);
- self-weight of condensers, if relevant, taking account of the water infill (vertical);
- actions from vacuum for turbines, the condensers of which are connected to the hull by compensators. (vertical and horizontal);
- drive torques of the machine transmitted to the foundation by the hull (pairs of vertical forces);
- forces from friction at the bearings induced by thermal expansion of the hull (horizontal);
- actions from self-weight, forces and moments from pipes due to thermal expansion, actions from gas; flow and gas pressure (vertical and horizontal);
- temperature effects from the machine and pipes, for instance temperature differences between machine and pipes and the foundation.

(2) Permanent actions during transient stages (erection, maintenance or repair) are those from self-weight only including those

включаючи тільки підйомне устаткування, підмости і інші допоміжні пристрої.

3.2.3 Тимчасові дії

(1) Тимчасові дії обладнання в процесі нормальної експлуатації є динамічними діями, викликаними прискоренням маси, такими як:

- періодично діючі частотно-залежні несучі сили, пов'язані з ексцентриситетом мас, що обертаються на всіх напрямках, переважно перпендикулярно осі роторів;
- сили неврівноваженої маси або моменти інерції;
- періодичні експлуатаційні дії, залежні від типу обладнання, які передаються на фундамент через корпус або несучу поверхню;
- сили або моменти, пов'язані з включенням або виключенням чи іншими перехідними станами, такими як синхронізація.

3.2.4 Випадкові дії

(1) Випадкові дії можуть виникнути в результаті:

- тимчасового збільшення ексцентриситету мас (наприклад, поломки гальм, випадкової деформації або розриву осі рухомих деталей);
- короткого замикання або розузгодження генераторів і обладнання;
- ефектів динамічного удару в результаті закриття трубопроводів.

3.3 Розрахункові ситуації

(1)P Відповідні дії, викликані обладнанням, повинні розраховуватися для кожної розрахункової ситуації, визначеної згідно з EN 1990.

(2)P Розрахункові ситуації вибираються, для перевірки чи:

- умови експлуатації обладнання відповідають експлуатаційним вимогам і не викликають ушкодження опорних конструкцій і фундаментів обладнання в результаті тимчасових дій, які можуть перешкодити подальшому використанню цієї конструкції в процесі подальшої експлуатації;
- знаходиться в допустимих межах дія на оточення, наприклад, перешкоди чутливому устаткуванню;

from hoisting equipments, scaffolding or other auxiliary devices.

3.2.3 Variable actions

(1) Variable actions from machinery during normal service are dynamic actions caused by accelerated masses such as:

- periodic frequency-dependent bearing forces due to eccentricities of rotating masses in all directions, mainly perpendicular to the axis of the rotors;
- free mass forces or mass moments;
- periodic actions due to service depending on the type of machine that are transmitted by the hull or bearings to the foundations;
- forces or moments due to switching on or off or other transient procedures such as synchronisations.

3.2.4 Accidental actions

(1) Accidental actions can occur from:

- accidental magnification of the eccentricity of masses (for instance by fracture of brakes or accidental deformation or rupture of axle of moveable parts);
- short circuit or out of synchronisation of the generators and machines;
- impact effects from pipes by shutting down.

3.3 Design situations

(1)P The relevant actions induced by machinery shall be determined for each design situation identified in accordance with EN 1990.

(2) Design situations shall in particular be selected for verifying that:

- the service conditions of the machinery conform to the service requirements and no damage is induced to the structure supporting the machine and its foundation by accidental actions that would infringe the subsequent use of this structure for further service;
- the impact on the surroundings, for instance disturbance of sensitive equipment, is within acceptable limits;

- у конструкції не виникає граничний стан;

- у конструкції не виникає граничний стан за втомою.

Примітка. Якщо не вказане інше, вимоги до експлуатаційної придатності повинні розраховуватися для кожного окремого проекту.

3.4 Спосіб задання дій

3.4.1 Природа навантажень

(1)P При розрахунку ефектів дії слід розрізняти на статичні і динамічні ефекти дії.

(2)P При статичних діях в розрахунок мають бути включені ефекти, викликані як обладнанням, так і конструкцією.

Примітка. Статичними діями обладнання є постійні дії, визначені в 3.2.2. Вони можуть використовуватися для визначення ефектів повзучості або для того, щоб переконатися в тому, щоб не були перевищені встановлені обмеження статичних деформацій.

(3)P Ефекти динамічної дії повинні розраховуватися з урахуванням взаємодії між збудженням обладнання і конструкції.

Примітка. Динамічними діями обладнання є тимчасові дії, визначені в 3.2.3.

(4)P Ефекти динамічної дії повинні визначатися за допомогою динамічного розрахунку з відповідним моделюванням системи коливань і динамічної дії, див. 3.4.2.

(5) Динамічними ефектами можна нехтувати, якщо вони несуттєві.

3.4.2 Моделювання динамічних дій

(1) Динамічні дії обладнання, що складається тільки з деталей, що обертаються, наприклад, ротаційних компресорів, турбін, генераторів і вентиляторів, складаються з періодично змінних сил, які можна визначити за допомогою синусоїдальної функції, див. рисунок 3.1.

– no ultimate limit state can occur in the structure;

– no fatigue limit state can occur in the structure.

NOTE: Unless specified otherwise, the serviceability requirements should be determined for the individual project.

3.4 Representation of actions

3.4.1 Nature of the loads

(1)P In the determination of action effects a distinction shall be made between the static and the dynamic action effects.

(2)P In the static actions both those from machinery and those from the structure shall be included.

NOTE: Static actions from machinery are the permanent actions defined in 3.2.2. They may be used for determining creep effects or for verifying that prescribed limitations of static deformations are not exceeded.

(3) The dynamic action effects shall be determined taking into account the interaction between the excitation from the machinery and the structure.

NOTE: The dynamic actions from the machinery are the variable actions defined in 3.2.3.

(4)P Dynamic action effects shall be determined by a dynamic calculation with an appropriate modelling of the vibration system and the dynamic action, see 3.4.2.

(5) Dynamic effects may be disregarded where not relevant.

3.4.2 Modelling of dynamic actions

(1) The dynamic actions of machines with only rotating parts, e.g. rotating compressors, turbines, generators and ventilators, consist of periodically changing forces which may be defined by a sinusoidal function, see Figure 3.1.

(2) Момент короткого замикання $M_k(t)$ можна представити за допомогою комбінації синусоїдальних діаграм, що відбивають залежність моменту і часу при взаємодії ротора з корпусом.

(2) A short circuit $M_k(t)$ moment may be represented by a combination of sinusoidal moment-time diagrams acting between the rotor and the hull.

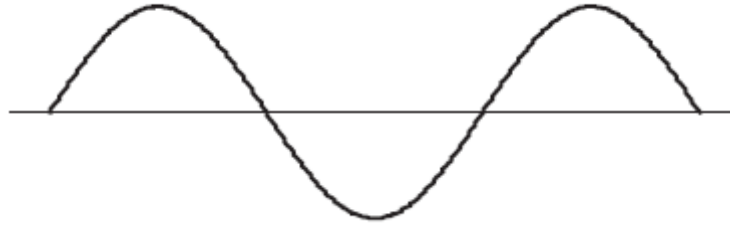


Рисунок 3.1 – Гармонійна сила
Figure 3.1 – Harmonic force

3.4.3 *Моделювання взаємодії конструкцій та обладнання*

(1)Р Система коливань, що складається з обладнання та будівельної конструкції, повинна моделюватися так, щоб збудження, кількість мас, властивості жорсткості і демпфування були достатньою мірою враховані в розрахунках фактичної динамічної поведінки.

(2) Модель може бути лінійно пружною з концентрованими або розподіленими масами, що пов'язані з пружинами і спираються на пружини.

(3) Загальний центр тяжіння системи (наприклад, фундаменту і машини) повинен знаходитися якомога ближче до тієї ж вертикальної лінії, що і центр площі фундаменту, дотичного до ґрунту. У будь-якому випадку ексцентриситет розподілу мас не повинен перевищувати 5 % довжин сторони контакту. Крім того, центр тяжіння системи, що складається з машини і фундаменту, повинен знаходитися, якщо це можливо, нижче вершини фундаментного блоку.

(4) В цілому необхідно розглянути три можливі ступені свободи для перетворень і три можливі ступені свободи для ротацій; проте, як правило, немає необхідності в застосуванні просторової моделі.

3.4.3 *Modelling of the machinery-structure interaction*

(1)P The vibration system composed of the machine and the structure shall be modelled such that the excitations, the mass quantities, stiffness properties and the damping are sufficiently taken into account to determine the actual dynamic behaviour.

(2) The model may be linear elastic with concentrated or distributed masses connected with springs and supported by springs.

(3) The common centre of gravity of the system (for instance of the foundation and machine) should be located as near as possible to the same vertical line as the centroid of the foundation area in contact with the soil. In any case the eccentricity in the distribution of masses should not exceed 5 % of the length of the side of the contact area. In addition, the centre of gravity of the machine and foundation system should if possible be below the top of the foundation block.

(4) In general the three possible degrees of freedom for translations and the three degrees of freedom for rotations should be considered; it is however in general not necessary to apply a three dimensional model.

(5) Властивості підтримувального середовища в конструкції фундаменту мають бути конвертовані у виразах моделі (властивостях пружин, коефіцієнтах загасання і тому подібне). Необхідними властивостями є:

- для ґрунтів: динамічний G -модуль і коефіцієнти згасання;
- для палів: динамічні пружинні постійні у вертикальному і горизонтальному напрямках;
- для пружин: пружинні постійні у вертикальному і горизонтальному напрямках і для гумових пружин - дані про загасання.

3.5 Характеристичні значення

(1) Від виготівника обладнання має бути отриманий повний огляд статичних і динамічних сил для різних розрахункових станів разом з усіма іншими даними про устаткування, такими як контурні креслення, вага нерухомих і рухомих частин, швидкості, балансування тощо.

(2) Від виробника обладнання мають бути отримані наступні дані:

- схема навантаження обладнання з вказівкою місця прикладання, величини і напрями усіх навантажень, включаючи динамічні навантаження;
- швидкість обладнання;
- критичні значення швидкостей обладнання;
- габаритні розміри фундаменту;
- момент інерції компонентів обладнання;
- деталізація вставок і закладення арматури;
- розташування трубопроводів, каналів тощо, а також їх опорні елементи;
- температура в різних зонах під час експлуатації;
- допустимі зміщення точок прикладення навантаження на машинне устаткування в процесі нормальної експлуатації.

(5) The properties of the supporting medium of the foundation structure should be converted in terms of the model (springs, damping constants etc.). The required properties are:

- for soils: dynamic G -modulus and damping constants;
- for piles: dynamic spring constants in vertical and horizontal directions
- for springs: spring constants in horizontal and vertical directions and for rubber springs the damping data.

3.5 Characteristic values

(1) A complete survey of the static and dynamic forces for the various design situations should be obtained from the machine manufacturer together with all other machine data such as outline drawings, weights of static and moving parts, speeds, balancing etc.

(2) The following data should be obtained from the machine manufacturer:

- loading diagram of the machine showing the location, magnitude and direction of all loads including dynamic loads;
- speed of the machine;
- critical speeds of the machine;
- outline dimensions of the foundation;
- mass moment of inertia of the machine components;
- details of inserts and embedments;
- layout of piping, ducting etc, and their supporting details;
- temperatures in various zones during operation;
- allowable displacements at the machine bearing points during normal operation.

(3) В простих випадках динамічні сили (вільні сили) діють на деталі обладнання, що обертаються, розраховуються наступним чином:

$$F_s = m_R \omega_r^2 e_M = m_R \omega_r (\omega_r e_M) \quad (3.1)$$

де

F_s незалежна сила ротора;

m_R маса ротора;

ω_r кругова (кутова) частота ротора (рад/сек);

e_M ексцентриситет маси ротора;

$\omega_r e$ точність балансування ротора, виражена як амплітуда швидкості.

(4) Для точності балансування необхідно розглянути наступні стани:

- стійкий стан:

обладнання добре збалансоване. Проте з часом рівновага знижується до рівня, ледве прийняттого для нормальної експлуатації. Встановлена на обладнанні система попередження гарантує, що у разі перевищення певної межі, оператор буде попереджений. До моменту досягнення цієї межі не може статися ніяких коливань, що завдають збитку конструкції і оточенню, і виконуються вимоги до рівня вібрацій.

- тимчасовий стан:

балансування повністю порушене випадковою подією: система супроводу гарантує виключення машини. Конструкція має бути досить міцною, щоб протистояти динамічним силам.

(5) В простих випадках ефект взаємодії в результаті збудження машини масою обертання і динамічна поведінка конструкції можуть виражатися через еквівалентну статичну силу:

$$F_{eq} = F_s \phi_M \quad (3.2)$$

де

F_s незалежна сила ротора;

(3) In simple cases, the dynamic forces (free forces) for rotating machine parts may be determined as follows:

where:

F_s is the free force of the rotor;

m_R is the mass of the rotor;

ω_r is the circular frequency of the rotor (rad/s);

e_M is the eccentricity of the rotor mass;

$\omega_r e$ is the accuracy of balancing of the rotor, expressed as a velocity amplitude.

(4) For the accuracy of balancing, the following situations should be considered:

– persistent situation:

the machine is well balanced. However, with time the balance of the machines decreases to a degree that is just acceptable for normal operation. A warning system on the machine ensures that the operator is warned in case of exceeding a certain limit. Up to that state of balance no detrimental vibration may occur to the structure and the surroundings and the requirements concerning the vibration level are to be fulfilled.

– accidental situation:

the balance is completely disturbed by an accidental event: the monitoring system ensures the switch off of the machine. The structure is to be strong enough to withstand the dynamic forces.

(5) In simple cases the interaction effect from the excitation of a machine with a rotating mass and the dynamic behaviour of the structure may be expressed by a static equivalent force:

φ_M динамічний коефіцієнт, який залежить від відношення власної частоти n_e (чи ω_e) конструкції до частоти збуджуючої сили n_s (чи ω_s) і коефіцієнта загасання ζ .

(6) Для сил (вільних сил поворотного устаткування), що гармонійно змінюються, коефіцієнт посилення можна обчислити наступним чином:

а) при незначному загасанні або стані далекому від резонансу

$$\varphi_M = \frac{\omega_e^2}{\omega_e^2 - \omega_s^2} \quad (3.3)$$

б) у разі виникнення резонансу $\omega_e = \omega_s$ при коефіцієнті загасання ζ

$$\varphi_M = \left[\left(1 - \frac{\omega_s^2}{\omega_e^2} \right)^2 + \left(2\zeta \frac{\omega_s}{\omega_e} \right)^2 \right]^{-1/2} \quad (3.4)$$

(7) Якщо діаграма змін в часі моменту короткого замикання $M_k(t)$ не вказана виготівником, можна використовувати наступний вираз:

$$M_k(t) = 10M_0 \left(e_m^{-\frac{t}{0,4}} \sin \Omega_N t - \frac{1}{2} e_m^{-\frac{t}{0,4}} \sin \Omega_N t \right) - M_0 \left(1 - e_m^{-\frac{t}{0,15}} \right) \quad (3.5)$$

де

M_0 номінальний момент, результуючий з ефективної потужності;

Ω_N кутова частота електричного ланцюга, рад/сек;

t час, сек.

(8) Для власних частот у діапазоні від 0,95–1,05 Ω_N розрахункові частоти електричного ланцюга мають бути ідентичними цим власним частотам.

(9) В якості спрощення, еквівалентний статичний момент може бути обчислений наступним чином:

$$M_{k,eq} = 1,7M_{k,max} \quad (3.6)$$

де

φ_M is the dynamic factor which depends on the ratio of the natural frequency n_e (or ω_e) of the structure to the frequency of the exciting force n_s (or ω_s) and the damping ratio ζ .

(6) For harmonically varying forces (free forces of rotating equipment) the magnification factor may be calculated in the following way:

a) for small damping or far from resonance

b) in case of $\omega_e = \omega_s$ resonance and a damping ratio ζ

(7) If the time history of the short circuit moment $M_k(t)$ is not indicated by the manufacturer, the following expression may be used:

where:

M_0 is the nominal moment resulting from the effective power;

Ω_N is the angular frequency of the electric circuit (rad/s);

t is the time (s).

(8) For natural frequencies in the range 0,95 Ω_N to 1,05 Ω_N the calculated frequencies of the electric circuit should be identical with these natural frequencies.

(9) As a simplification, an equivalent static moment may be calculated in the following way:

where:

$M_{k,max}$ пікове значення моменту короткого замикання $M_k(t)$.

(10) Якщо виготівником не вказано значення $M_{k,max}$, можна скористатися наступним значенням:

$$M_{k,eq} = 12M_0 \quad (3.7)$$

3.6 Критерії експлуатаційної придатності

(1) Критерії експлуатаційної придатності, як правило, пов'язані зі змінами коливань :

- а) вісі обладнання і його підшипників;
- б) екстремальних точок конструкції і обладнання.

(2) Характеристиками цих змін є:

- амплітуда зміщення A ;
- амплітуда швидкості $\omega_s A$;
- амплітуда прискорення $\omega_s^2 A$.

(3)P При розрахунку амплітуд цієї системи повинні враховуватися поступальні вібрації і ротаційні вібрації, викликані динамічними силами і моментами, а також область властивостей жорсткості фундаменту і опорного середовища (грунт, палі).

(4) В простому випадку в системі з підпружинюванням маси однією пружиною (див. рисунок 3.2), амплітуди зміщення можуть бути обчислені наступним чином:

$$A = \frac{F_{eq}}{k} \quad (3.8)$$

де:

k жорсткість пружини у системі.

$M_{k,max}$ is the peak value of the circuit moment $M_k(t)$.

(10) If no indication on $M_{k,max}$ is given from the manufacturer the following value may be used:

3.6 Serviceability criteria

(1) Serviceability criteria are, in general, related to vibration movements of:

- a) the axis of the machine and its bearings;
- b) extreme points of the structure and the machinery.

(2) Characteristics of the movements are:

- the displacement amplitude A ;
- the velocity amplitude $\omega_s A$;
- the acceleration amplitude $\omega_s^2 A$

(3)P In calculating the amplitudes of the system, the translational vibrations as well as the rotational vibrations caused by the dynamic forces and moments shall be taken into account and also the range of the stiffness properties of the foundation and the supporting medium (soil, piles).

(4) In the simple case of a one mass spring system, see Figure 3.2, the displacement amplitudes may be calculated as follows:

where:

k is the spring constant of the system.

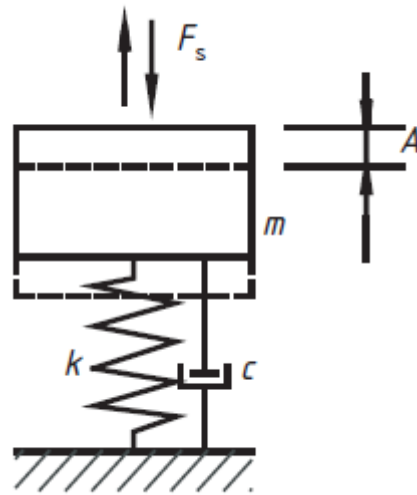


Рисунок 3.2 – Підпружинювання маси однією пружиною
Figure 3.2 – Mass spring system

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

**ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ:
ДОДАТКОВІ УМОВИ ДО EN 1990
ДЛЯ ПІДКРАНОВИХ БАЛОК,
НАВАНТАЖЕНИХ КРАНАМИ**

ANNEX A
(normative)

**BASIS OF DESIGN – SUPPLEMENTARY
CLAUSES TO EN 1990 FOR
RUNWAY BEAMS LOADED BY
CRANES**

A.1 Загальні положення

(1) Цей додаток містить правила поєднання часткових коефіцієнтів дії (γ - коефіцієнти) і поєднання навантажень від кранів на балки підкранових шляхів з постійними діями, квазістатичними повітряними потоками, снігопадами і температурною дією, а також з тими, що відповідають ψ -факторам.

(2) Якщо необхідно розглянути інші дії (наприклад, осідання ґрунту, викликане гірськими розробками), ці поєднання слід доповнити і врахувати при розрахунках. Також такі поєднання слід доповнювати і враховувати при виконанні робіт.

(3) Під час комбінування групи кранових навантажень з іншими діями ця група кранових навантажень повинна розглядатися як одна дія.

(4) При розгляді поєднання дій внаслідок кранових навантажень і інших дій необхідно розрізняти наступні випадки:

- підкранові шляхи поза будівлями;
- підкранові шляхи усередині будівель, де кліматичним діям протистоять будівлі і конструктивні елементи будівель, які можуть бути навантажені прямо побічно чи опосередковано навантаженнями кранів.

(5) Для підкранових шляхів поза будівлями характеристична дія вітру на конструкцію крану і на підйомне устаткування може бути оцінена відповідно до EN 1991-1-4 як характеристична сила F_{wk} .

A.1 General

(1) This annex gives rules on partial factors for actions (γ factors), and on combinations of crane loads on runway beams with permanent actions, quasistatic wind, snow and temperature actions and on the relevant ψ factors.

(2) If other actions need to be considered (for instance mining subsidence) the combinations should be supplemented to take them into account. The combinations should also be supplemented and adapted for the execution phases.

(3) When combining a group of crane loads together with other actions, the group of crane loads should be considered as a single action.

(4) When considering combinations of actions due to crane loads with other actions the following cases should be distinguished:

- runways outside buildings;
- runways inside buildings where climatic actions are resisted by the buildings and structural elements of the buildings may also be loaded directly or indirectly by crane loads.

(5) For runways outside buildings the characteristic wind action on the crane structure and on the hoisting equipment may be assessed in accordance with EN 1991-1-4 as a characteristic force F_{wk} .

(6) При розгляді поєднання дій вантажів, що піднімаються, з дією вітру, необхідно також врахувати максимальну силу вітру, сумісну з експлуатацією крану. Ця сила F_w^* асоціюється із швидкістю вітру рівною 20 м/сек. Контрольна зона підйому вантажу $A_{ref,x}$ повинна визначатися для кожного окремого випадку.

(7) У випадку підкранових шляхів розташованих усередині будівель діями вітру і сніговими навантаженнями на конструкцію крану можна нехтувати; проте, що стосується конструктивних частин будівлі, які піддаються дії вітру, снігу і крановим навантаженням, необхідно розглянути відповідні поєднання навантажень.

A.2 Граничні стани

A.2.1 Поєднання дій

(1) Для кожного випадку критичного навантаження розрахункові значення ефектів дій повинні визначатися за допомогою поєднання значень одночасних дій, відповідно до EN 1990.

(2) Якщо розгляду підлягає тимчасова дія, відпадає необхідності в розгляді будь-якої іншої одночасної тимчасової дії, так само як і дії вітру або снігу.

A.2.2 Часткові коефіцієнти

(1) Для перевірки граничного стану за II групою на підставі міцності конструкційного матеріалу чи ґрунту, необхідно визначити часткові коефіцієнти дій для граничних станів за II групою в розрахунковому стійкому, перехідному і тимчасовому стані. Для випадку урівноваженості (EQU) див. нижче пункт (2).

Примітка. Значення γ -коефіцієнтів можуть бути задані в національному додатку. Для проектування підкранових балок рекомендуються значення γ , наведені в таблиці A.1. Вони включають випадки порушення нормальних умов експлуатації (STR) і геотехнічного проектування (GEO), вказані для будівель в 6.4.1(1) EN 1990.

(6) When considering combinations of hoist loads with wind action, the maximum wind force compatible with crane operations should also be considered. This force F_w^* is associated with a wind speed equal to 20 m/s. The reference area $A_{ref,x}$ for the hoist load should be determined for each specific case.

(7) For runways inside buildings, wind actions and snow loads on the crane structure may be neglected; however in structural parts of the building that are loaded by wind, snow and crane loads the appropriate load combinations should be considered.

A.2 Ultimate limit states

A.2.1 Combinations of actions

(1) For each critical load case, the design values of the effects of actions should be determined by combining the values of actions which occur simultaneously in accordance with EN 1990.

(2) Where an accidental action is to be considered no other accidental action nor wind nor snow action need be considered to occur simultaneously.

A.2.2 Partial factors

(1) For ULS verifications governed by the strength of structural material or of the ground, the partial factors on actions for ultimate limit states in the persistent, transient and accidental design situations should be defined. For case EQU, see (2) below.

NOTE: The values of the γ -factors may be set in the National Annex. For the design of runway beams the γ -values given in Table A.1 are recommended. They cover cases STR and GEO specified for buildings in 6.4.1(1) of EN 1990.

Таблиця А.1 – Рекомендовані значення γ -коефіцієнтів

Table A.1 – Recommended values of γ -factors

Дія Action	Позначення Symbol	Стан Situation	
		стійкий/перехідний <i>P / T</i>	тимчасовий <i>A</i>
Постійні дії крану Permanent crane actions			
- несприятливі - unfavourable	γ_{Gsup}	1,35	1,00
- сприятливі - favourable	γ_{Ginf}	1,00	1,00
Тимчасові дії крану Variable crane actions			
- несприятливі - unfavourable	γ_{Qsup}	1,35	
- сприятливі - favourable	γ_{Qinf}		
з краном crane present		1,00	1,00
без крану crane not present		0,00	0,00
Інші тимчасові дії Other variable actions	γ_Q		
- несприятливі - unfavourable		1,50	1,00
- сприятливі - favourable		0,00	0,00
Випадкові дії Accidental actions	γ_A		1,00
<i>P</i> – постійний стан, <i>T</i> – перехідний стан <i>A</i> – Тимчасовий стан <i>P</i> - Persistent situation <i>T</i> - Transient situation <i>A</i> - Accidental situation			

(2) Для перевірки щодо втрати статичної рівноваги (EQU) і відновлення орієнтації, сприятлива і несприятлива частини дій крану повинні розглядатися як окремі дії. Якщо не вказано інше, (див., зокрема, відповідні Єврокоди по проектуванню) несприятлива і сприятлива частини постійних дій повинні асоціюватися з позначеннями γ_{Gsup} і γ_{Ginf} , відповідно.

Примітка. Значення γ -коефіцієнтів можуть бути задані в національному додатку. Рекомендуються наступні значення γ :

$$\gamma_{Gsup} = 1,05 ;$$

$$\gamma_{Ginf} = 0,95 .$$

Інші γ -коефіцієнти дій (особливо змінних дій) мають значення як в п. (1).

(2) For verifications with regard to loss of static equilibrium EQU and uplift of bearings, the favourable and unfavourable parts of crane actions should be considered as individual actions. Unless otherwise specified (see in particular the relevant design Eurocodes) the unfavourable and favourable parts of permanent actions should be associated with γ_{Gsup} and γ_{Ginf} respectively.

NOTE: The values of the γ -factors may be set in the National Annex. The following γ -values are recommended:

$$\gamma_{Gsup} = 1,05$$

$$\gamma_{Ginf} = 0,95$$

The other γ -factors on actions (especially on variable actions) are as in (1).

A.2.3 ψ – коефіцієнти для кранових навантажень

(1) ψ – коефіцієнти для кранових навантажень наведені в таблиці A.2.

A.2.3 ψ -factors for crane loads

(1) ψ - factors for crane loads are as given in Table A.2.

Таблиця A.2 – ψ – коефіцієнти для кранових навантажень

Table A.2 – ψ -factors for crane loads

Дія Action	Позначення Symbol	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Один кран або групі навантаження, викликані кранами Single crane or groups of loads induced by cranes	Q_r	ψ_0	ψ_1	ψ_2

Примітка: коефіцієнти ψ можуть бути задані в національному додатку. Рекомендуються наступні значення коефіцієнтів ψ :

$\psi_0 = 1,0$

$\psi_1 = 0,9$

ψ_2 = відношення між постійною дією крану і сукупною дією крану.

NOTE: The National Annex may specify the ψ - factors. The following ψ -factors are recommended:

$\psi_0 = 1,0$

$\psi_1 = 0,9$

ψ_2 = ratio between the permanent crane action and the total crane action.

A.3 Експлуатаційни граничний стан

A.3 Serviceability limit states

A.3.1 Поєднання дій

A.3.1 Combinations of actions

(1) Для перевірки граничних станів придатності за I групою слід обрати різні поєднання коефіцієнтів з EN 1990.

(1) For verification of serviceability limit states the various combinations should be taken from EN 1990.

(2) При проведенні випробувань випробувальне навантаження на кран (див. 2.10), слід розглядати як дію крану.

(2) When tests are performed, the test loading of the crane, see 2.10, should be considered as the crane action.

A.3.2 Часткові коефіцієнти

A.3.2 Partial factors

(1) В граничних станах за I групою часткові коефіцієнти дій на опорні конструкції крану слід приймати рівними 1,0, якщо не вказане інше.

(1) In serviceability limit states the partial factor for actions on crane supporting structures should be taken as 1,0 unless otherwise specified.

A.3.3 коефіцієнти ψ для кранових навантажень

A.3.3 ψ -factors for crane actions

(1) коефіцієнти ψ наведені в таблиці A.2.

(1) ψ -factors are given in Table A.2.

A.4 Втома

A.4 Fatigue

(1) Підтвердження правил розрахунку втоми залежить від моделі втомного навантаження, що підлягає застосуванню, ці правила вказані в Єврокодах по проектуванню.

(1) The verification rules for fatigue depend on the fatigue load model to be used and are specified in the design Eurocodes.

ДОДАТОК В
(довідковий)
**КЕРІВНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ
КЛАСИФІКАЦІЇ КРАНІВ ЗА ВТОМОЮ**

ANNEX B
(informative)
**GUIDANCE FOR CRANE
CLASSIFICATION FOR FATIGUE**

Таблиця В.1 – Рекомендації для визначення класів навантаження
Table В.1 – Recommendations for loading classes

Позиція Item	Тип крану Type of crane	Клас підйомного устаткування Hoisting class	S -класи S - classes
1	Крани з ручним управлінням Hand-operated cranes	HC 1	S0, S1
2	Монтажні крани Assembly cranes	HC 1, HC 2	S0, S1
3	Крани для генераторних силових станцій Powerhouse cranes	HC 1	S1, S2
4	Складські крани з переривчастим режимом роботи Storage cranes - with intermittennd operation	HC 2	S4
5	Складські крани, широкозахватні крани/кран-балки, крани шихтового двору з безперервним режимом роботи Storage cranes, spreader bar cranes, scrap yard cranes -with continuous operation	HC 3, HC 4	S6, S7
6	Цехові крани Workshop cranes	HC 2, HC 3	S3, S4
7	Мостові крани, гідравлічні крани із захоплюючим пристроєм або магнітом Overhead travelling cranes, ram cranes - with grab or magnet operation	HC 3, HC 4	S6, S7
8	Сталерозливні крани Casting cranes	HC 2, HC 3	S6, S7
9	Колодязеві крани Soaking pit cranes	HC 3, HC 4	S7, S8
10	Крани для розкриття зливків, завантажувальні крани Stripper cranes, charging cranes	HC 4	S8, S9
11	Кувальні крани Forging cranes	HC 4	S6, S7
12	Транспортні платформи, напівпортальні крани, портальні крани з візками або поворотні крани з робочим крюком Transporter bridges, semi-portal cranes, portal cranes with trolley or slewing crane - with hook operation	HC 2	S4, S5
13	Транспортні платформи, напівпортальні крани, портальні крани з візками або поворотні крани із захватом або магнітом Transporter bridges, semi-portal cranes, portal cranes with trolley or slewing crane – with grab or magnet operation	HC 3, HC 4	S6, S7
14	Рухомий стрічковий портал з нерухомою або ковзаючою стрічкою Travelling belt bridge with fixed or sliding belt(s)	HC 1	S3, S4
15	Суднобудівельні крани, крани для стапелів, монтажні крани з крюком Dockyard cranes, slipway cranes, fitting-out cranes - with hook operation	HC 2	S3, S4
16	Портові крани, поворотні, плавучі крани, поворотні крани з нерухомою стрілою і гачком Wharf cranes, slewing, floating cranes, level luffing slewing - with hook operation	HC 2	S4, S5

Продовження таблиці В.1

17	Портові крани, поворотні, плавучі крани, поворотні крани з нерухомою стрілою і захватом або магнітом Wharf cranes, slewing, floating cranes, level luffing slewing - with grab or magnet operation	HC 3, HC 4	S6, S7
18	Плавучі крани для важких режимів роботи, козлові крани Heavy duty floating cranes, gantry cranes	HC 1	S1, S2
19	Крани для вантаження суден з гаком Shipboard cargo cranes - with hook operation	HC 2	S3, S4
20	Крани для вантаження судів із захватом або магнітом Shipboard cargo cranes - with grab or magnet operation	HC 3, HC 4	S4, S5
21	Баштові поворотні крани для будівельної промисловості Tower slewing cranes for the construction industry	HC 1	S2, S3
22	Монтажні крани, щоглові крани з крюком Erection cranes, derrick cranes - with hook operation	HC 1, HC 2	S1, S2
23	Поворотні крани на залізничному ході з крюком Rail mounted slewing cranes - with hook operation	HC 2	S3, S4
24	Поворотні крани на залізничному ході із захватом або магнітом Rail mounted slewing cranes - with grab or magnet operation	HC 3, HC 4	S4, S5
25	Залізничні крани, допущені до роботи на потягах Railway cranes authorised on trains	HC 2	S4
26	Автомобільні крани, рухомі вантажопідійомні крани з крюком Truck cranes, mobile cranes - with hook operation	HC 2	S3, S4
27	Автомобільні крани, рухомі вантажопідійомні крани із захватом або магнітом Truck cranes, mobile cranes - with grab or magnet operation	HC 3, HC 4	S4, S5
28	Автомобільні крани для важких режимів роботи, рухомі вантажопідійомні крани для важких режимів роботи Heavy duty truck cranes, heavy duty mobile cranes	HC 1	S1, S2

ДОДАТОК НА
(довідковий)
**ПЕРЕЛІК НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ УКРАЇНИ (ДСТУ),
ІДЕНТИЧНИХ МС, ПОСИЛАННЯ НА ЯКІ Є В EN 1991-3:2006**

Позначення та назва європейського стандарту	Ступінь відповідності	Позначення та назва національного стандарту України (ДСТУ)
EN 1990 Eurocode: Basis of Structural Design	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1990:2008 «Єврокод. Основи проектування конструкцій (EN 1990:2002, IDT)»
EN 1991-1-4 Eurocode 1 - Actions on structures - Part 1-4: General actions: Wind actions.	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1991-1-4:2010 «Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-4. Загальні дії. Вітрові навантаження (EN 1991-1-4:2005, IDT)»
EN 1991-1-5 Eurocode 1 - Actions on structures - Part 1-5: General actions: Thermal actions.	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1991-1-5:2012 «Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-5. Загальні дії. Теплові дії. (EN 1991-1-5:2003, IDT)»
EN 1993-1-9 Design of steel structures – Part 1-9: Fatigue	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-9:2012 «Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-9. Витривалість (EN 1993-1-9:2005, IDT)»
EN 1993-6 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 6: Crane supporting structures	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1993-6:2012 «Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 6. Підкранові конструкції (EN 1993-6:2007, IDT)»

Код УКНД: 91.010.30

Ключові слова: буферні сили, гальмівні сили, вантажопідйомність, візок, крани, коефіцієнт динамічності, мостові крани, втома.

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

О. Шимановський

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

А. Гром

Завідувач групи СНТД

Г. Ленда

Завідувач групи НТД

Я. Лимар

Завідувач групи ІК

О. Кордун

Провідний інженер

Я. Левченко

Перекладач

К. Павлова