

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю. М. ПОТЕБНИ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

О.М. ФОСТАЩЕНКО

ЄВРОПЕЙСЬКА НОРМАТИВНО-ТЕХНІЧНА БАЗА ПРОЄКТУВАННЯ

Навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти магістра
денної та заочної форм здобуття освіти

Затверджено
вченою радою ЗНУ
протокол № 10 від 29.04.2025 р.

Запоріжжя
2025

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. СИСТЕМА СУЧАСНОЇ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ БУДІВНИЦТВА	6
1.1 Статус та сфера застосування Єврокодів	7
1.1.1 Цілі і статус Єврокодів	9
1.1.2 Склад і структура нормативної бази ЄС	10
1.2 Національна імплементація частин Єврокодів	13
1.2.1 Процедура і правила імплементації	13
1.2.2 Національний додаток	18
1.2.3 Перевірка й адаптація	20
РОЗДІЛ 2. СКЛАД ТА ОСНОВИ СТАНДАРТІВ ЄВРОКОДІВ	30
2.1 Положення EN 1990 EUROCODE 0 Основи проектування конструкцій	31
2.2 Положення EN 1991 EUROCODE 1 Дії на конструкції	47
2.3 Положення EN 1992 EUROCODE 2 Проектування залізобетонних конструкцій	50
2.4 Положення EN 1993 EUROCODE 3 Проектування сталевих конструкцій	53
2.5 Положення EN 1994 EUROCODE 4 Проектування сталезалізобетонних конструкцій	60
2.6 Положення EN 1995 EUROCODE 5 Проектування дерев'яних конструкцій	63
2.7 Положення EN 1996 EUROCODE 6 Проектування кам'яних конструкцій	65
2.8 Положення EN 1997 EUROCODE 7 Геотехнічне проектування	68
2.9 Положення EN 1998 EUROCODE 8 Проектування сейсмостійких конструкцій	69
2.10 Положення EN 1999 EUROCODE 9 Проектування алюмінієвих конструкцій	71
РОЗДІЛ 3. Приклади розрахунку підсилення конструкцій згідно з EN 1993 Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій	73
Додатки	99
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	118

ВСТУП

Сучасна нормативна база України визначає порядок взаємодії учасників будівельного процесу, регламентуючи права та обов'язки замовника, інвестора, підрядників та проектувальників. Основними серед них є:

- постанова Кабінету Міністрів України від 01.08.2005 № 668 «Прозатвердження Загальних умов укладення та виконання договорів підряду в капітальному будівництві»;
- Цивільний кодекс України від 16.01.2003 №435-IV;
- Господарський кодекс України від 16.01.2003 №436-IV;
- постанова Кабінету Міністрів України від 11.07.2007 № 903 «Про авторський та технічний нагляд під час будівництва об'єкта архітектури»;
- постанова Кабінету Міністрів України від 13.04.2011 № 466 «Про деякі питання виконання підготовчих і будівельних робіт» тощо.

Та чинна нормативна база прямо не передбачає можливість підготовки та укладання договорів підряду, міжнародній практиці, але ж і не суперечить цьому. Передовим у цьому плані є ДСТУ А.3.1 «Настанова щодо складання (підготовки) договорів підряду на виконання проектно-вишукувальних та будівельних робіт» (далі – ДСТУ), який окрім нормативної бази частково враховує побажання іноземних контрагентів, щодо підготовки такого роду документів.

Безпосередньо ДСТУ включає в себе 4 розділи, 3 додатки та бібліографію. Основна частина, як цього вимагає ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення», включає в себе:

- сферу застосування;
- нормативні посилання;
- терміни та визначення понять;
- розділ «Підготовка (складання) договорів підряду на виконання проектно-вишукувальних та будівельних робіт».

Мінрегіон розробив проект Закону України «Про гармонізацію з нормами законодавства Європейського Союзу основних вимог до будівель та споруд, а також спрощення умов для розміщення на ринку будівельних виробів». Документ розроблено відповідно до регламенту ЄС №305/2011 Європейського Парламенту і Ради, який набув чинності в 2013 році.

Розроблено вже близько 20 проектів нормативно-правових актів для впровадження названого документу, як тільки він стане Законом.

З початку 2014 року Мінрегіоном було затверджено 39 нормативних актів та нормативних документів державного рівня і змін до них (6 ДБН, що направлені на забезпечення надійності будівництва в складних геологічних умовах та уникнення загрози виникнення надзвичайних ситуацій. 33 ДСТУ, що пов'язані із застосуванням сучасних матеріалів та технологій при зведенні об'єктів, у першу чергу житлових).

Окрім цього, відкориговано засади ризик-менеджменту в будівництві щодо спрощення дозвільно-погоджувальних процедур (Прийнято нову редакцію ДБН 2-2-3-2014, внесено зміни до ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 «Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва»).

Сьогодні триває робота щодо затвердження 25 нормативних актів та нормативних документів державного рівня і змін до них (3 ДБН та 22 ДСТУ), а також над впровадження стандартів з проектування будівельних конструкцій, гармонізованих з Єврокодами.

Одним із важливих завдань щодо поступового впровадження європейських стандартів, яке потрібно вирішувати на державному рівні, є створення в Україні загальної міжгалузевої програми гармонізації європейських стандартів, пов'язаних із проектуванням будівельних конструкцій. Для широкого впровадження Єврокодів необхідно, перш за все, навчити українських проектувальників розуміти документи та користуватись ними.

РОЗДІЛ 1. СИСТЕМА СУЧАСНОЇ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ БУДІВНИЦТВА

На державному рівні прийнято закони і постанови про наближення сучасної нормативної бази будівництва та законодавчої бази України до європейської. Чітко сформульована державна концепція адаптації національної нормативної бази до нормативів ЄС, її інтегрування у європейський нормативно-правовий простір технічного регулювання у будівництві.

По-друге, сьогодні експертами всього світу визнається, що Єврокод є новітньою, найбільш досконалою базою нормативного регулювання в будівництві. І дійсно, протягом 30 років в розробці, введенні та науковому супроводі приймають активну участь видатні фахівці більшості країн Європи. Завдяки цьому Єврокод адсорбував сучасні наукові досягнення в теорії споруд, механіці ґрунтів, механіці і фізиці будівельних матеріалів.

По-третє, Єврокод – це перша в світі система проектування, в основу концепції якої, покладено принцип керованої надійності і довговічності. Безумовно, до цього всі системи проектування, мали за центральну мету гарантувати безпеку споруди, проте тільки за Єврокодом проектанту було надано апарат керування надійністю, а відтак і довговічністю об'єкта будівництва.

Мотивацію актуальності впровадження в Україні Єврокодів можна було би продовжити, проте викладено, мабуть достатньо, щоби бачити важливість і необхідність гармонізації нормативної бази України з нормативною базою ЄС.

В рамках вдосконалення національної нормативної бази будівництва останні роки знаменуються рішучими кроками з впровадження Єврокодів в проектування споруд. Так, починаючи з липня 2013 р., Законом України «Про будівельні норми» встановлюється період одночасної дії національних будівельних норм та будівельних норм, гармонізованих з нормативними документами ЄС, тобто Єврокодів. Порядок застосування зазначених норм

визначається постановою Кабінету Міністрів України від 23.05.2011 № 547 та національним нормативним документом ДБН А.1.1-94:2010. Це означає що в країні існуватиме дві паралельні системи проектування об'єктів будівництва.

План впровадження Єврокодів в Україні, як і у всіх країнах ЄС, має дві глобальні складові: підготовка гармонізованих стандартів і заходи стосовно інформування та освіти спеціалістів і студентів за новою системою нормативного регулювання в будівництві.

Гармонізація (термін з глосарію Єврокодів) – це є заходи подальшого розвитку Єврокодів, які складаються з ідентичного перекладу стандартів на національну мову, доповнення їх параметрами національного рівня та погодженими технічними специфікаціями.

Україна сьогодні пройшла вже значну частину цього шляху – підготовлено українською мовою ідентичні переклади всіх 58 документів Єврокоду, розпочато роботу з підготовки, так званих, Національних додатків (НД), що містять параметри відкриті для національного вибору, розроблено велику кількість погоджених специфікацій.

1.1 Статус та сфера застосування Єврокодів

Держави-учасниці ЄС та ЄАВТ визнають, що Єврокоди служать як довідкові документи, які використовуються у наступних цілях:

- як засіб підтвердження відповідності будинків, доріг, гідротехнічних споруд, водопроводу та каналізації головним вимогам Директиви Ради 89/106/ЕЕС, зокрема головної вимоги №1 – Механічна протидія та стабільність – та головної вимоги №2 – Безпека у випадку пожежі;
- як основа деталізуючих контрактів для будівельних робіт та відповідного технічного обслуговування;

- як основа для складання гармонізованих технічних умов для будівельних виробів (Ens та ETAs).

Єврокоди, оскільки вони безпосередньо стосуються будівельних робіт, напряму пов'язані з Роз'яснюючими Документами, на які посилаються у Статті 12 CPD, хоч природа їх походження відрізняється від нормативів гармонізованого продукту. Таким чином, технічні аспекти, що з'являються в наслідок роботи над Єврокодами, мають бути належним чином враховані Технічними Комітетами CEN та/чи Робочими Групами EOTA, які працюють над виробничими стандартами, з метою досягнення повної сумісності цих технічних специфікацій з Єврокодами.

Згідно Статті 3.3 CPD, основним вимогам (ОВ) мають бути надані конкретні форми в роз'яснювальних документах з метою створення необхідних зв'язків між основними вимогами та дорученнями для гармонізованих ОВ та ETAGs/ETAs.

Згідно Статті 12 CPD, роз'яснювальні документи мають:

- надавати конкретної форми основним вимогам шляхом гармонізації термінології та технічної бази та позначаючи класи або рівні для кожної вимоги, де потрібно;

- позначати методи кореляції цих класів чи рівнів вимог з технічними умовами, наприклад, методи розрахунку та підтвердження, технічні правила для розрахунку проекту, та інше;

Нормативи Єврокоду дають загальні правила конструктивного проектування для повсякденного застосування при розрахунку конструкції в цілому та інгредієнтів як традиційної, так і інноваційної природи. Незвичні форми конструкції чи проектних умов не відображені в Єврокодах у повній мірі, і додатковий експертний розгляд може бути необхідним для проектувальника в таких випадках.

1.1.1 Цілі і статус Єврокодів

Головна мета Єврокодів декларується як документ регулювання в будівництві країн ЄС, що застосовується в таких цілях:

- як засіб довести відповідність будівель і споруд основним вимогам Директиви Ради 89/106/ЕЕС, зокрема основній вимозі N°1- Механічна стійкість та стійкість і основній вимозі N°2 – Пожежна безпека;
- як основа для укладання контрактів для будівель і споруд та пов'язаних з ними інженерних послуг;
- як основа для складання узгоджених технічних специфікацій для будівельних виробів (ENs та ETAs).

Призначенням Єврокодів, за словами керівників Технічного комітету CEN/TC250, є досягнення таких потенційних переваг:

- забезпечення взаєморозуміння при проектуванні споруд між замовниками, експлуатаційними службами, проєктантами, будівельниками і постачальниками будівельних матеріалів;
- забезпечення єдиних критеріїв і методів при розробці конкретних вимог з механічної міцності, стійкості, вогнетривкості, довговічності та економічності;
- сприяння ринку і застосуванню будівельних компонентів у країнах ЄС;
- бути загальною основою для досліджень і дослідних розробок, що має привести до значного зниження витрат на дослідження;
- надання можливості розробки універсальних засобів проектування та відповідного програмного забезпечення;
- сприяння європейським фірмам і підприємцям будівельної галузі, проєктантам та постачальникам будівельних матеріалів підвищенню їх конкурентоспроможності.

1.1.2 Склад і структура нормативної бази ЄС

Нормативна база регулювання в будівництві ЄС продумано структурована, має кілька рівнів ієрархії. На найвищому рівні знаходилася донедавна Директива Ради ЄС 89/106/ЕЕС щодо зближення законів, підзаконних актів та адміністративних положень держав-членів ЄС стосовно будівельних матеріалів. (З початку 2013 року Директиву замінено на Регламент ЄС № 305/2011 Європейського Парламенту і Ради). Цими документами встановлено загальні підходи до технічного регулювання в галузі будівництва на всій території ЄС. Передбачається, що рівень потрібної безпеки будівельних об'єктів на території тієї чи іншої держави є виключною прерогативою цієї держави. Установлено, що вимоги до забудови територій та об'єктів будівництва приймаються на національному рівні.

Тлумачні та керівні документи до Директиви уточнюють її положення і підкреслюють її специфічність у порівнянні з іншими директивами.

Сьогодні у ЄС налічується близько 500 стандартів, які забезпечують відповідність вимогам Директиви, крім того у галузі будівництва діє біля 2500 інших стандартів (категорії В та Вh), що так чи інакше пов'язані з виконанням Директиви. Ці складові є невід'ємними частинами технічного регулювання у комплексній сфері будівництва та промисловості будівельних матеріалів.

Структура європейської системи технічного регулювання у будівництві наведена на рисунку 1.1.

Єврокоди стосуються виключно проектування будівельних конструкцій.

Цим пакетом стандартів охоплюються основні будівельні конструктивні матеріали (бетон, сталь, деревина, камінь/цегла й алюміній), всі сфери проектування конструкцій (навантаження, механічна міцність та стійкість, захист від пожежі, сейсміка тощо).



Рисунок 1.1 – Структура Європейської системи нормування у будівництві

Згідно з ДБН А.1.1-94:2010 Єврокод – це Європейський стандарт із проектування будівельних конструкцій. В Єврокодах містяться вимоги щодо проектування будівельних конструкцій.

В 2012 році завершена робота над розробленням ДСТУ-Н Б EN, гармонізованих з Єврокодами. Так, на даний час в Україні розроблено та затверджено 58 національних стандартів, гармонізованих з Єврокодами.

Система Єврокодів складається з десяти Єврокодів, які охоплюють всі основні будівельні матеріали (бетон, сталь, дерево, камінь/цегла і алюміній), всі основні аспекти проектування будівель і споруд (основи проектування конструкцій, навантаження, пожежна безпека, геотехнічне проектування, сейсмостійкість тощо), а також широкий спектр типів конструкцій і виробів (будівлі, мости, башти і щогли, силоси тощо). Система Єврокодів приведена на рисунку 1.2.

На сьогодні налічують 58 частин Єврокодів (за діючою у ЄС класифікацією вони відносяться до стандартів категорії А), публікація яких була завершена у 2007 році.

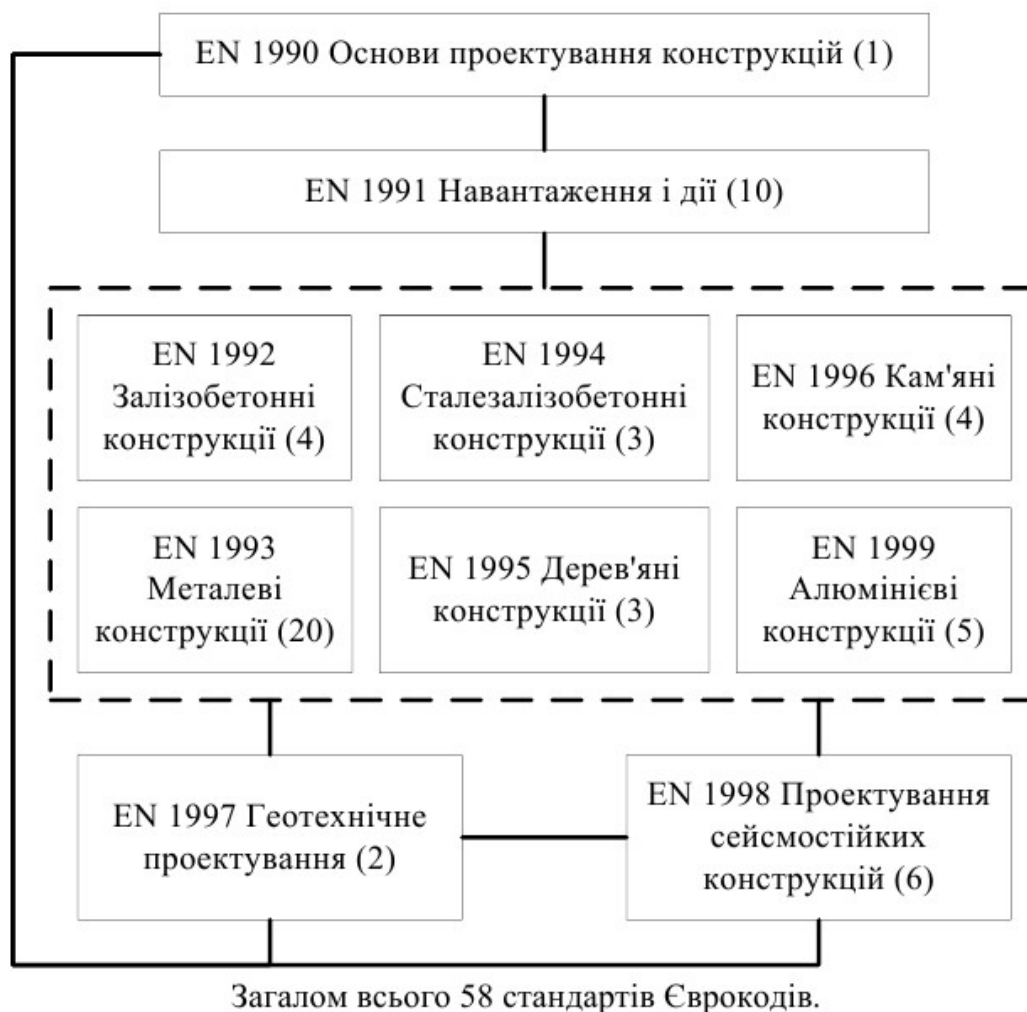


Рисунок 1.2 – Система Єврокодів

В 2009 році в Україні розпочата робота щодо гармонізації Єврокодів. У 2013 році розроблені Національні додатки до 58 національних стандартів, гармонізованих з Єврокодами. Національний додаток (до частини Єврокоду) – додаток до частини Єврокоду, який містить параметри, визначені на національному рівні, які слід використовувати для проектування будівель і споруд у країні, де здійснюється імплементація (впровадження) Єврокодів.

Єврокоди - це Європейські технічні стандарти для проектування будівель і споруд цивільного призначення. Вони розроблялися Європейською організацією зі стандартизації (European Committee for Standardisation) протягом останніх

30-ти років. До складу стандартів входять вимоги до будівельних об'єктів всіх типів структур: стали, залізобетону, деревини, цегляної кладки і алюмінію.

Основна мета розробки Єврокодів в будівництві - створення внутрішнього ринку з вільним обігом будівельних товарів і послуг високого рівня якості та безпеки. Єврокоди дозволяють підвищити конкурентоспроможність Європейських будівельних фірм, підрядчиків, проектувальників і виробників будівельної продукції.

Єврокоди в будівництві встановлюють загальні принципи і підходи до розробки, проектування та будівництва будівель і споруд цивільного призначення. Вони мають статус добровільного застосування. Однак стандарти не можуть застосовуватися безпосередньо. Кожна країна учасниця Європейського співтовариства може застосовувати ці стандарти, якщо розробить національні додатки к Єврокодам. Ці додатки повинні містити технічні параметри, специфічні для даної країни.

Існує дві ситуації, коли можна відмовитися від розробки власних національних програм. Єврокоди містять рекомендовані технічні характеристики. Якщо ці параметри прийнятні, то вони можуть бути прийняті в якості національних програм. Друга ситуація - якщо власна частина єврокодів непридатна для країни (наприклад, частина з сейсмостійкості). В цьому випадку національні додатки не розробляються, і сам Єврокод не застосовується на території країни.

1.2 Національна імплементація частин Єврокодів

1.2.1 Процедура і правила імплементації

Національній імплементації Єврокодів в Україні підлягають усі 58 частин Єврокодів, що наведені у таблиці 1.1, а також частини Єврокодів, які будуть розроблятися у подальшому.

Таблиця 1.1

Склад стандартів Єврокодів

Єврокод	Частина Єврокоду
EN 1990 :2002 Eurocode-Basis of structural design (Основи проектування конструкцій)	
EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures (Дії на конструкції)	EN 1991-1-1:2002 Part 1-1: General actions – Densities, self-weight, imposed loads (Частина 1-1. Загальні дії. Питома вага, власна вага, експлуатаційні навантаження для споруд)
	EN 1991-1-2:2002 Part 1-2: General actions – Actions on structures exposed to fire (Частина 1-2. Загальні дії. Дії на конструкції під час пожежі)
	EN 1991-1-3:2003 Part 1-3: General actions – Snow loads (Частина 1-3. Загальні дії. Снігові навантаження)
	EN 1991-1-4:2005 Part 1-4: General actions – Wind actions (Частина 1-4. Загальні дії. Вітрові навантаження)
	EN 1991-1-5:2003 Part 1-5: General actions – Thermal actions (Частина 1-1. Загальні дії. Теплові дії)
	EN 1991-1-6:2005 Part 1-6: General actions – Actions during execution (Частина 1-6. Загальні дії. Дії під час зведення)
	EN 1991-1-7:2006 Part 1-7: General actions – Accidental actions (Частина 1-7. Загальні дії. Особливі динамічні впливи)
	EN 1991-2:2003 Part 2: Traffic loads on bridges (Частина 2. Рухомі навантаження на мости)
	EN 1991-3:2006 Part 3: Actions induced by cranes and machinery (Частина 3. Дії, що викликані кранами та обладнанням)
	EN 1991-4:2006 Part 4: Silos and tanks (Частина 4. Силоси та резервуари)
EN 1992 Eurocode 2: Design of concrete structures (Проектування залізо-бетонних конструкцій)	EN 1992-1-1:2004 Part 1-1: General rules and rules for building (Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд)
	EN 1992-1-2:2004 Part 1-2: General rules – Structural fire design (Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість)
	EN 1992-2:2005 Part 2: Concrete bridges – Design and detailing rules (Частина 2. Залізобетонні мости. Проектування і правила конструювання)
	EN 1992-3:2006 Part 3: Liquid-retaining and containment structures (Частина 3. Конструкції для зберігання і утримання рідини)
EN 1993 Eurocode: 3 Design of steel structures (Проектування сталевих конструкцій)	EN 1993-1-1:2005 Part 1-1: General rules and rules for building (Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд)
	EN 1993-1-2:2005 Part 1-2: General rules – Structural fire design (Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість)

Продовження таблиці 1.1

EN 1993 Eurocode: 3 Design of steel structures (Проектування сталевих конструкцій)	EN 1993-1-3:2006 Part 1-3: General rules – Supplementary rules for cold-formed members and sheeting (Частина 1-3. Загальні положення. Додаткові правила для холоднодеформованих елементів і пластин)
	EN 1993-1-4:2006 Part 1-4: General rules – Supplementary rules for stainless steel (Частина 1-4. Загальні положення. Додаткові правила для неіржавіючої сталі)
	EN 1993-1-5:2006 Part 1-5: Plated structural elements (Частина 1-5. Пластинчасті конструктивні елементи)
	EN 1993-1-6:2007 Part 1-6: Strength and stability of shell structures (Частина 1-6. Міцність і стійкість оболонок)
	EN 1993-1-7:2007 Part 1-7: Plated structures subject to out of plane loading (Частина 1-7. Пластинчасті конструкції при навантаженні поза межами площини)
	EN 1993-1-8:2005 Part 1-8: Design of joints (Частина 1-8. Проектування вузлів)
	EN 1993-1-9:2005 Part 1-9: Fatigue (Частина 1-9. Витривалість)
	EN 1993-1-10:2005 Part 1-10: Material toughness and through-thickness properties (Частина 1-10. Ударна в'язкість)
	EN 1993-1-11:2006 Part 1-11: Design of structures with tension components (Частина 1-11. Проектування конструкцій з елементами, що напружуються)
	EN 1993-1-12:2007 Part 1-12: Additional rules for the extension of EN 1993 up to steel grades S 700 (Частина 1-12. Додаткові правила до EN 1993 для сталей класів вище S 700)
	EN 1993-2:2006 Part 2: Steel bridges (Частина 2. Сталеві мости)
	EN 1993-3-1:2006 Part 3-1: Towers, masts and chimneys – Towers and masts (Частина 3-1. Башти, щогли і димові труби – Башти і щогли)
	EN 1993-3-2:2006 Part 3-2: Towers, masts and chimneys – Chimneys (Частина 3-2. Башти, щогли і димові труби – Димові труби)
	EN 1993-4-1:2007 Part 4-1: Silos (Частина 4-1. Силоси)
	EN 1993-4-2:2007 Part 4-2: Tanks (Частина 4-2. Резервуари)
	EN 1993-4-3:2007 Part 4-3: Pipelines (Частина 4-3. Трубопроводи)
	EN 1993-5:2007 Part 5: Piling (Частина 5. Палі)
	EN 1993-6:2007 Part 6: Crane supporting structures (Частина 6. Підкранові конструкції)

Продовження таблиці 1.1

EN 1994 Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures (Проектування сталезалізобетонних конструкцій)	EN 1994-1-1:2004 Part 1-1: General rules and rules for buildings (Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд)
	EN 1994-1-2:2005 Part 1-2: General rules – Structural fire design (Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість)
	EN 1994-2:2005 Part 2: General rules and rules for bridges (Частина 2. Загальні правила і правила для мостів)
EN 1995 Eurocode 5: Design of timber structures (Проектування дерев'яних конструкцій)	EN 1995-1-1:2004 Part 1-1: General – Common rules and rules for buildings (Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд)
	EN 1995-1-2:2004 Part 1-2: General Structural fire design (Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість)
	EN 1995-2:2004 Part 2: Bridges (Частина 2. Мости)
EN 1996 Eurocode 6: Design of masonry structures (Проектування кам'яних конструкцій)	EN 1996-1-1:2005 Part 1-1: General rules for reinforced and unreinforced masonry structures (Частина 1-1. Загальні правила для армованих та неармованих кам'яних конструкцій)
	EN 1996-1-2:2005 Part 1-2: General rules- Structural fire design (Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість)
	EN 1996-2:2006 Part 2: Design considerations, selection of materials and execution of masonry (Частина 2. Конструктивний аналіз, вибір матеріалів і виконання кам'яної кладки)
	EN 1996-3:2006 Part 3: Simplified calculation methods for unreinforced masonry structures (Частина 3. Спрощений метод розрахунку неармованих кам'яних конструкцій)
EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical design (Геотехнічне проектування)	EN 1997-1:2004 Part 1: General rules (Частина 1. Загальні правила)
	EN 1997-2:2007 Part 2: Ground investigation and testing (Частина 2. Дослідження і випробування ґрунту)
EN 1998 Eurocode 8: Design provisions for earthquake resistance of structures (Проектування сейсмостійких споруд)	EN 1998-1:2004 Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings (Частина 1. Загальні правила, сейсмічні дії, правила щодо споруд)
	EN 1998-2:2005 Part 2: Bridges (Частина 2. Мости)
	EN 1998-3:2005 Part 3: Assessment and retrofitting of buildings (Частина 3. Оцінка стану та відновлення будівель)
	EN 1998-4:2006 Part 4: Silos, tanks and pipelines (Частина 4. Силоси, резервуари та трубопроводи)

Продовження таблиці 1.1

EN 1998 Eurocode 8: Design provisions for earthquake resistance of structures (Проектування сейс- мостійких споруд)	EN 1998-5:2004 Part 5: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects (Частина 5. Фундаменти, утримуючі конструкції і геотехнічні аспекти)
	EN 1998-6:2005 Part 6: Towers, masts and chimneys (Частина 6. Башти, щогли і димові труби)
EN 1999 Eurocode 9: Design of aluminium alloy structures (Проектування алюмі- нієвих конструкцій)	EN 1999-1-1:2007 Part 1-1: General structural rules (Частина 1-1. Загальні правила для конструкцій)
	EN 1999-1-2:2007 Part 1-2: Structural fire design (Частина 1-2. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість)
	EN 1999-1-3:2007 Part 1-3: Structures susceptible to fatigue (Частина 1-3. Конструкції, чутливі до витривалості)
	EN 1999-1-4:2007 Part 1-4: Cold-formed structural sheeting (Частина 1-4. Холоднодеформовані листи)
	EN 1999-1-5:2007 Part 1-5: Shell structures (Частина 1-5. Конструкції оболонок)

Національним стандартом, що імплементує відповідну частину Єврокоду, є ДСТУ-Н Б EN. Перелік ДСТУ-Н Б EN, що імплементують стандарти Єврокодів, наведений у таблицях 2.1 – 2.11.

Процедура імплементзації частин Єврокодів, як правило, повинна включати такі основні етапи:

- прийняття частини Єврокоду у вигляді ДСТУ-Н Б EN як ідентичного стандарту (IDT) з національним титульним аркушем та національним вступом;
- розроблення, прийняття і видання окремим документом у вигляді зміни до ДСТУ-Н Національного додатка до відповідної частини Єврокоду, що містить параметри, які визначаються на національному рівні;
- перевірка і адаптація ДСТУ-Н Б EN, що імплементує частину Єврокоду, разом з Національним додатком і параметрами, що визначаються на національному рівні; коригування, за необхідності, параметрів, що визначаються на національному рівні;
- перегляд ДСТУ-Н Б EN із внесенням необхідних змін і прийняття його з Національним додатком з остаточно призначеними параметрами, які

визначаються на національному рівні; Національний додаток видається також окремим документом; ДБН А.1.1-94:2010 - одночасна дія ДСТУ-Н Б EN, що імплементує відповідну частину Єврокоду (пакет 1 частин Єврокодів) з державними будівельними нормами (ДБН, СНИП).

ДСТУ-Н Б EN, що імплементують частини Єврокодів, мають бути об'єднані у пакети у відповідності з додатком Г ДСТУ-Н Б А.1.1-77. За необхідного обґрунтування склад пакетів може бути змінений. При цьому ДСТУ-Н Б EN, що імплементують EN 1990, EN 1991, EN 1997 і EN 1998, як правило, повинні входити у кожний пакет.

ДСТУ-Н Б EN, що імплементує частину Єврокоду, приймається як ідентичний стандарт згідно з державними будівельними нормами і стандартами та повинен бути ідентичним за технічним змістом, структурою і викладом, тобто представляти тотожний переклад відповідної частини Єврокоду. Прийняття ДСТУ-Н Б EN, що імплементує частину Єврокоду, здійснюється методом перекладу у двомовному виданні англійською та українською мовами.

Національний титульний аркуш ДСТУ-Н Б EN, що імплементує частину Єврокоду, повинен оформлюватися згідно ДСТУ 1.5, ДСТУ 1.7, а Національний вступ - згідно ДСТУ 1.7 і ДСТУ-Н Б.А.1-77. За відповідного обґрунтування частина Єврокоду може бути прийнята у вигляді ДСТУ-Н Б EN разом національним титульним аркушем, національною передмовою і Національним додатком із параметрами, що визначаються на національному рівні. Національний додаток при цьому має бути також виданий окремим документом.

1.2.2 Національний додаток

Національний додаток до ДСТУ-Н Б EN, що імплементує частину Єврокоду, має обов'язковий статус, спочатку приймається як зміна до ДСТУ-Н Б EN, після його перегляду включається до нього і, крім того, видається окремим

документом. Пакет частин Єврокодів включає в себе відповідні частини, необхідні для проектування, наприклад, залізобетонних, металевих, дерев'яних та інших конструкцій. Національний додаток не є необхідним, якщо частина Єврокоду не містить можливостей вибору параметрів, що визначаються на національному рівні, а також якщо були прийняті рекомендовані значення, наведені в частині Єврокоду як параметри на національному рівні. В останньому випадку в національній передмові до відповідної частини Єврокоду повинна надаватися інформація про застосування рекомендованих значень.

Національний додаток має містити безпосередньо або шляхом посилання на певні положення інформацію про ті параметри, що залишені в частині Єврокоду відкритими для національного вибору, або параметри, що визначаються на національному рівні, тобто:

- значення та/або класи, альтернативи для яких наведені в частині Єврокоду;
- значення, які мають використовуватися, якщо в частині Єврокоду наведений тільки символ;
- географічні, кліматичні та інші дані, наприклад, карти районування снігового покриву та вітрового тиску, які відображають відповідні умови України;
- процедура, яка має використовуватися, якщо в частині Єврокоду наведені альтернативні процедури.

Національний додаток не може змінювати зміст тексту частини Єврокоду жодним чином, крім випадків, коли додаток вказує, що національний вибір може бути зроблений шляхом параметрів, що визначаються на національному рівні.

Якщо у Національному додатку до частини Єврокоду не наведено жодних параметрів, що визначаються на національному рівні, то вибір відповідних значень (наприклад, рекомендованих значень), класів або альтернативних методів є обов'язком проектувальника, який має брати до уваги умови проекту, що розробляється, і національні положення.

1.2.3 Перевірка й адаптація

Перевірка частини Єврокоду повинна виконуватися щодо наявності. Класи слід приймати у відповідності з ДСТУ-Н Б А.1.1-86. ДБН А.1.1-94:2010 в Україні відповідного чинного нормативного документа (документів), наявності і відповідності чинних в Україні стандартів європейським стандартам (EN) на будівельні матеріали, вироби і методи випробувань, посилання на які є у частині Єврокоду, що розглядається, а також включати в себе порівняльний аналіз вихідних даних (значень навантажень, сполучень навантажень, міцнісних і деформативних характеристик матеріалів, коефіцієнтів надійності тощо) і результатів проектування конструкцій (залізобетонних, сталевих та інших) за чинними в Україні нормативними документами і ДСТУ-Н Б EN з Національним додатком, що імплементує відповідну частину Єврокоду.

Адаптація чинної в Україні нормативної бази до положень Єврокодів, крім розробки ДСТУ-Н Б EN, повинна передбачати прийняття, у необхідних випадках, ідентичних або модифікованих європейських стандартів (EN) на будівельні матеріали, вироби і методи випробувань, на які є посилання у частинах Єврокодів.

За результатами перевірки і адаптації здійснюється перегляд і приймається ДСТУ-Н Б EN, що імплементує відповідну частину Єврокоду з включеним до нього Національним додатком.

У період перевірки і адаптації за сприяння Мінрегіону України та участі зацікавлених організацій мають здійснюватися заходи щодо впровадження Єврокодів:

- інформування спеціалістів щодо робіт із впровадження і прийняття Єврокодів;
- проведення семінарів, конференцій, організація постійних курсів професійної підготовки і навчання з застосування Єврокодів;

- публікація рекомендацій, посібників, довідників, методичної та освітньої літератури (підручників, навчальних прикладів);
- розроблення програмного забезпечення. Всі зазначені заходи мають здійснюватися під час періоду одночасної дії ДСТУ-Н Б EN, що імплементує частини Єврокодів, з державними будівельними нормами.

Сама система Єврокод також чітко структурована: складається з 10 Європейських стандартів (EN 1990, EN 1991, ..., EN 1999) для проектування конструкцій, а кожний стандарт, в свою чергу, складається з декількох частин (загалом є 58 частин), котрі присвячені конкретним технічним аспектам, наприклад «Дії на конструкції», «Проектування сталезалізобетонних елементів мостів» і т.п. Стандарти Єврокоду верхнього рівня та гармонізовані національні стандарти представлені в таблиці 1.2.

Національний стандарт, який впроваджує Єврокод, складається з національної титульної сторінки, національної передмови, автентичного перекладу тексту Єврокоду та національного додатка (рисунк 1.3).

Дія цього Порядку поширюється на здійснення проектування конструкцій будівель і споруд будівництва (нового будівництва та реконструкції), які належать до I, II, III та IV категорій складності. Тобто проектування об'єктів V категорії складності здійснюється виключно за будівельними нормами, розробленими на основі національних технологічних традицій. Для проектування об'єктів замовник разом з проектувальником може застосувати будівельні норми, розроблені на основі національних технологічних традицій, або будівельні норми, гармонізовані з нормативними документами ЄС.

Слід відмітити, що у проектній документації на один об'єкт не можуть одночасно застосовуватися будівельні норми, розроблені на основі національних технологічних традицій та національних стандартів, гармонізованих з нормативними документами Європейського Союзу.

Таблиця 1.2

Стандарти Єврокоду верхнього рівня

Оригінальний документ	Український гармонізований документ
EN 1990 Eurocode-Basis of structural design	ДСТУ-Н Б EN 1990 Єврокод: Основи проектування конструкцій
EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures	ДСТУ-Н Б EN 1991 Єврокод 1: Дії на конструкції
EN 1992 Eurocode 2: Design of concrete structures	ДСТУ-Н Б EN 1992 Єврокод 2: Проектування залізобетонних конструкцій
EN 1993 Eurocode: 3 Design of steel structures	ДСТУ-Н Б EN 1993 Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій
EN 1994 Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures	ДСТУ-Н Б EN 1994 Єврокод 4: Проектування сталезалізобетонних конструкцій
EN 1995 Eurocode 5: Design of timber structures	ДСТУ-Н Б EN 1995 Єврокод 5: Проектування дерев'яних конструкцій
EN 1996 Eurocode 6: Design of masonry structures	ДСТУ-Н Б EN 1996 Єврокод 6: Проектування кам'яних конструкцій
EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical design	ДСТУ-Н Б EN 1997 Єврокод 7: Геотехнічне проектування
EN 1998 Eurocode 8: Design provisions for earthquake resistance of structures	ДСТУ-Н Б EN 1998 Єврокод 8: Проектування сейсмостійких споруд
EN 1999 Eurocode 9: Design of aluminium alloy structures	ДСТУ-Н Б EN 1999 Єврокод 9: Проектування алюмінієвих конструкцій



Рисунок 1.3 – Структура національного стандарту, що імплементує Єврокод

Період одночасної дії національних стандартів, гармонізованих з Єврокодами, встановлюється з дати набрання чинності ДБН А.1.1-94:2010 «Система стандартизації та нормування у будівництві».

Проектування будівельних конструкцій за Єврокодами. Основні положення» до втрати ним чинності або втрати чинності відповідними національними стандартами, гармонізованими з Єврокодами.

Інформаційно-методичне забезпечення у період одночасної дії будівельних норм, розроблених на основі національних технологічних традицій, та національних стандартів, гармонізованих з Єврокодами, здійснюється Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України.

Відомо, що Єврокоди підтримуються біля 1500 стандартами типу EN. Розробленню національних стандартів, гармонізованих з європейськими стандартами категорії В на різні види будівельної продукції, зараз в нашій країні приділяється певна увага. І тому у ДБН А.1.1-94:2010 зазначається, що коли у Єврокодах є посилання на стандарт, який ще не прийнято в Україні як національний, проектувальник може керуватися положеннями оригіналу європейського стандарту. За наявності відповідного обґрунтування, може бути прийняте інше технічне рішення, але воно повинно забезпечувати визначений Єврокодом рівень надійності і наводиться у пояснювальній записці до проекту.

Таким чином, введення в дію Єврокодів в Україні надасть можливість альтернативного вибору в застосуванні проектувальниками будівельних норм, розроблених на основі національних технологічних традицій, та національних стандартів, гармонізованих з Єврокодами.

На сьогодні проектувальник, практично, має можливість, на підставі впровадженого механізму, здійснювати проектування будівель і споруд I, II, III, IV категорій складності з застосуванням Єврокодів.

Проектування мостів за Єврокодом регламентується, окрім загального для всіх конструкцій стандарту EN 1990 Eurocode: Basis of Structural Design (Основи проектування конструкцій), п'ятьома стандартами другого рівня та приведен у таблиці 1.3. Цими стандартами охоплюються всі типи мостів. Проектування фундаментів виконується за стандартом першого рівня EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical design (Геотехнічне проектування).

Таблиця 1.3

Стандарти Єврокоду другого рівня – мости

Оригінальний документ	Український гармонізований документ
EN 1991-2:2003 Eurocode 1: Actions on structures – Part 2: Traffic loads on bridges	ДСТУ-Н Б EN 1991-2:2010 «Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 2: Рухомі навантаження на мости (EN 1991-2:2003, IDT)»
EN 1992-2:2005 Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 2: Concrete bridges – Design and detailing rules	ДСТУ-Н Б EN 1992-2:2012 «Єврокод 2: Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 2: Залізобетонні мости. Правила проектування (EN 1992-2:2005, IDT)»
EN 1993-2:2006 Eurocode: 3 Design of steel structures – Part 2: Steel bridges	ДСТУ-Н Б EN 1993-2:2012 «Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 2. Сталеві мости (EN 1993-2:2006, IDT)»
EN 1994-2:2005 Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures – Part 2: General rules and rules for bridges	ДСТУ-Н Б EN 1994-2:2012 «Єврокод 4: Проектування сталезалізобетонних конструкцій. Частина 2: Загальні правила і правила для мостів (EN 1994-2:2005, IDT)»
EN 1995-2:2004 Eurocode 5: Design of timber Structures – Part 2: Bridges	ДСТУ-Н Б EN 1995-2:2012 «Єврокод 5: Проектування дерев'яних конструкцій. Частина 2: Мости (EN 1995-2:2004, IDT)»

Концепція надійності в Єврокодi. В одному із перших пунктів стандарту декларується наступне: «EN 1990 дає керівні вказівки щодо аспектів надійності, які відносяться до безпеки, експлуатаційної придатності та довговічності»

В ідейних засадах визначення надійності споруди за Єврокодом немає революційних звершень. Це фундаментальні принципи пов'язані для нас із прізвищами В.В. Болотіна та А.Р. Ржаніцина. Однак на відміну від всіх норм, котрі застосовувалися раніше і мали “приховану” надійність, про рівень якої ми тільки здогадуємося, Єврокоди мають апарат “керованої” надійності. Це означає, що рівень надійності споруди перевіряється проектантом за допомогою кількісного показника і може змінюватись на вимогу замовника чи іншого компетентного органу. В цій концепції безумовна принципова новизна європейської системи нормативного регулювання в будівництві.

Проте, в Єврокодах ми не вбачаємо ніякої абсолютизації кількісного показника надійності. Поряд із своїм основним призначенням – характеризувати рівень безпеки споруди, він має іншу функцію – служить інструментом оптимізації якості проекту. Так в [7], знаходимо: “Слід наголосити, що значення параметру надійності є формальним чи уявним показником ймовірності руйнування. Він використовується скоріше, як засіб для розвитку послідовних проектних правил, ніж для опису частоти руйнування конструкції”.

Поняття надійності споруди трактується як ймовірність того, що буде перевищеним граничний стан:

$$P_f = P(F > F_d), \quad (1.1)$$

де F_d – резерв узагальненої опірності споруди в граничному стані:

$$F_d = R - Q, \quad F_d \geq 0, \quad (1.2)$$

де R – узагальнена опірність споруди; Q – узагальнене навантаження.

Наведене класичне формулювання надійності є загальновизнаним.

Єврокод рекомендує скористатися для визначення проектної надійності одним з трьох методів:

- за допомогою коефіцієнтів надійності, визначених на основі історичного досвіду і гіпотез математичної статистики. Ці методи названі “Рівень I”;
- застосуванням методики “FORM”, заснованої на класичних засадах теорії ймовірностей і надійності – “Рівень II”;
- застосуванням новітніх точних рішень теорії надійності – “Рівень III”.

Застосування методики рівня 1 не потребує від проектанта виконання будь-яких ймовірнісних розрахунків. Розрахунки мають вигляд детермінованих, а всі необхідні обчислення в рамках теорії ймовірностей і математичної статистики, у цьому випадку, виконані укладачами норм. Вимоги надійності формуються як виконання нерівності:

$$E(F_k, \gamma_k) \leq R(a_k, f_k, \gamma_k) \quad (1.3)$$

де E – узагальнена зовнішня дія на споруду; R – узагальнений опір споруди; F_k – зовнішнє навантаження; a_k – геометричні параметри; f_k – механічні характеристики; γ_k – коефіцієнти надійності, що отримуються з формули:

$$\gamma_k = R_k / E_k \quad (1.4)$$

Метода рівня II вимагає від проектанта ймовірнісних розрахунків. Умова безпеки формується як ймовірне рішення проблеми:

$$F_d = R - E, \quad (1.5)$$

де F_d – узагальнений резерв опірності споруди, $F_d > 0$.

Вводиться характеристика безпеки β , котра визначається на основі фундаментальних принципів теорії ймовірностей та математичної статистики, виходячи із наступних гіпотез:

- вважається, що F_d , R та E є випадковими величинами;
- постулюється, що розподіл R та E і, як слідство F_d , є нормальним.

Характеристика безпеки вводиться як відношення середнього значення резерву опірності споруди до її стандарту:

$$\beta = \frac{\mu}{\sigma} = \frac{\mu_R - \mu_E}{\sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_E^2}} \quad (1.6)$$

де μ_R – середнє значення узагальненого опору споруди; μ_E – середнє значення узагальненого навантаження споруди; σ_R – середнє квадратичне відхилення узагальненого опору споруди (стандарт); σ_E – середнє квадратичне відхилення узагальненого навантаження споруди.

Формулювання характеристики безпеки (1.6) належить А.Р. Ржаніцину. В літературі зараз нерідко зустрічається назва параметру β – “індекс надійності”, що є дослівним перекладом англійського “reliability index”. Ми вважаємо за доцільне вживати ту назву, під якою визначення цього параметру було вперше опубліковано.

Між надійністю за визначенням (1.1) та характеристикою надійності є чіткий математичний зв'язок:

$$P_f = \Phi(-\beta), \quad (1.7)$$

де $\Phi(-\beta)$ – функція Лапласа.

Графічна інтерпретація характеристики безпеки в просторі випадкових змінних E, R наведена на рисунку 1.4.

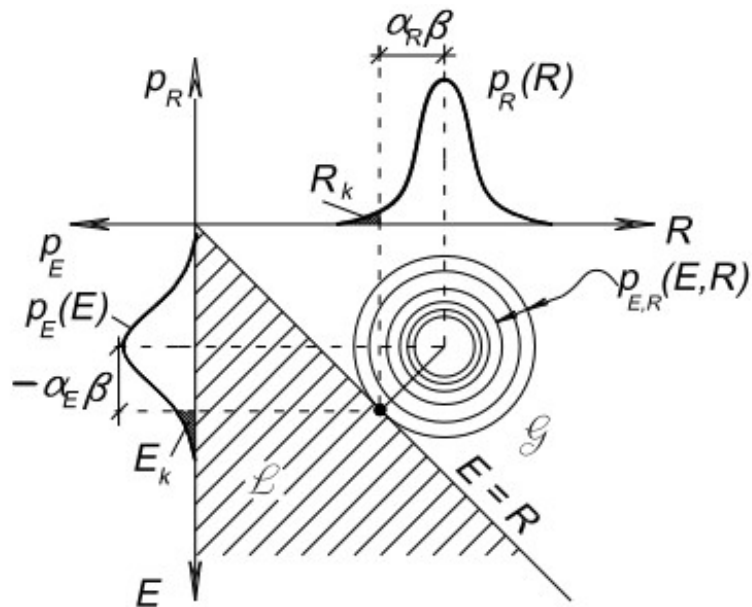


Рисунок 1.4 – Характеристика безпеки

В закордонній літературі наведене формулювання кількісного параметру надійності має назву FORM (First-Order Reliability Method).

Надійність споруди на рівні II досягається перевітками в граничних станах першої та другої груп. В необхідних випадках має бути здійснена перевірка за втомою. Розрахункові значення зовнішньої дії на споруду E_d та опору споруди R_d визначаються так, щоб ймовірність отримання більш несприятливого значення була наступною:

$$\begin{aligned} P(E > E_d) &= \Phi(+\alpha_E\beta), \\ P(R > R_d) &= \Phi(+\alpha_R\beta), \end{aligned} \quad (1.8)$$

де α – ваговий коефіцієнт методи FORM ($-1 \leq \alpha \leq +1$); β – мінімальне значення характеристики рекомендоване в.

Вагові коефіцієнти α можуть бути вирахованим точно через стандарти σ_R та σ_E :

$$\alpha_R = \frac{\sigma_R / \sigma_E}{\sqrt{1 - (\sigma_R / \sigma_E)^2}}, \quad (1.9)$$

$$\alpha_E = \frac{1}{\sqrt{1 - (\sigma_R / \sigma_E)^2}}, \quad (1.10)$$

Проте, Єврокод дозволяє приймати емпірично отримані значення:

$$\alpha_R = 0,8; \alpha_E = -0,7 \quad (1.11)$$

В практичних розрахунках Єврокод [28] рекомендує скористатися залежністю записаною через параметри закону розподілу μ та σ :

$$\mu_E - \alpha_E \beta \sigma_E [\mu_R - \alpha_R \beta \sigma_R; \quad (1.12)$$

Користуючись умовою (1.12) знаходять значення коефіцієнтів надійності γ_i для змінної X_i , що входить до виразу E або R :

$$\gamma_i = (\mu_i - \alpha_i \beta \sigma_i) / X_{ki}, \quad (1.13)$$

де X_{ki} – нормативне значення i -тої змінної.

Таким чином, для практичних розрахунків надійності за Єврокодом на рівні II потребується мати значення параметрів розподілу всіх випадкових змінних, тобто механічних характеристик матеріалів, топологічних даних та навантажень.

Що стосується визначення надійності на рівні III, то Єврокод не дає ніяких рекомендацій відносно методів, окрім вказівки що це “точні методи”.

РОЗДІЛ 2. СКЛАД ТА ОСНОВИ СТАНДАРТІВ ЄВРОКОДІВ

Єврокоди (EN Eurocodes) – комплект європейських стандартів для проектування конструкцій будівель і споруд, який розроблений Європейським комітетом зі стандартизації (CEN) на основі угоди з Комісією європейської спільноти [23].

Єврокоди розповсюджуються на проектування залізобетонних, металевих, сталезалізобетонних, кам'яних, дерев'яних, алюмінієвих конструкцій, проектування при дії всіх видів навантажень, у тому числі сейсмічного і при пожежі, а також геотехнічне проектування.

Єврокоди надають загальні правила проектування для повсякденного використання конструкцій та їх компонентів, як традиційного, так і інноваційного характеру.

Комплект Єврокодів складається з 10 стандартів:

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.

Кожен із Єврокодів складається з декількох частин, в яких відображені особливості проектування таких конструкцій, як мости, бункери, резервуари, проектування при навантаженнях, що діють при пожежі, тощо.

2.1 Положення EN 1990 EUROCODE 0 Основи проектування конструкцій

Положення EN 1990 «Основи проектування конструкцій» приведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1

Положення EN 1990 Основи проектування конструкцій

Позначення	Найменування	Анотація
1	2	3
Положення EN 1990 EUROCODE 0	Основи проектування конструкцій Grundlagen der Tragwerksplanung Basis of structural design	EN 1990 " Основи проектування конструкцій " складається з одного стандарту і встановлює основні принципи і вимоги на коефіцієнти запасу, придатність до використання і довговічність несучих конструкцій. Стандарт описує основні положення з проектування несучих конструкцій, включаючи вказівки щодо вимог до надійності конструкції.
EN 1990:2002	Єврокод. Основи проектування конструкцій	Eurocode 0 - Єврокод: Основи проектування конструкцій. Настанова / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008 (EN 1990:2002, IDN) // 2009. Стандарт містить принципи і вимоги до несучої здатності, експлуатаційної придатності та довговічності несучих конструкцій, встановлює основи проектування несучих конструкцій, включаючи розрахунки по надійності та безпеки. Стандарт, спільно зі стандартами EN 1991 - EN 1999, поширюється на проектування несучих конструкцій будівель і споруд та інженерних мереж, з урахуванням геотехнічних умов, протипожежного захисту, сейсмічних впливів, включаючи несучі конструкції з обмеженим терміном експлуатації. Стандарт може застосовуватися для проектування несучих конструкцій з інших будівельних матеріалів і з іншими впливами, які не нормовано в EN 1991 - EN 1999. Стандарт може застосовуватися для оцінки несучої здатності конструкцій існуючих будівель і споруд при їх ремонті та реконструкції або при зміні функціонального призначення. Тільки в Стандарті EN 1990, і ні в жодному іншому з єврокодів, представлені всі істотні, незалежні від виду будівельного матеріалу правила (наприклад, приватні коефіцієнти по навантаженнях, формули,

Продовження таблиці 2.1

		що описують поєднання навантажень для граничних станів за несучою здатністю та експлуатаційної придатності). Стандарти EN 1992 – EN 1999 не можуть використовуватися без стандарту EN 1990, так як в них відсутні рекомендації, незалежні від конкретного виду будівельного матеріалу.
--	--	--

Впровадження термінології сучасної нормативної бази

Проблема однозначного розуміння термінів при гармонізації національних стандартів України з Єврокодами - однісінький з найважливіших.

Власне, від правильного розуміння сенсу європейських термінів залежить, загалом, останній результат - чи буде проект відповідати європейським нормам.

На сторінках національної енциклопедії будівництва ProfiDom.com.ua був опублікований матеріал «Термінологія в Єврокодах і її переклад українською мовою», в якій був представлений «Термінологічний словник для перекладу Єврокодів», схвалений і рекомендований до застосування Мінрегіонбудом України в 2014 році.

Наші проектувальники і інженери регулярно стикаються з неписьменними перекладами і Єврокодів і, ніби слідство, некоректними гармонізованими, з Єврокодами, українськими стандартами. «В першу чергу встає проблема взаєморозуміння. Одна з очевидних граней цієї проблеми являється мовна. Вирішення цієї проблеми, на первинний погляд, тривіально: було б задоволено залучення кваліфікованих перекладачів для виконання якісного перекладу певного об'єму технічної документації. Подібний підхід ефективний при перекладах отак званих «журнальних» або загальнонаукових текстів, де використовуються терміни і поняття, що вже увійшли до нашого ужитку і являються інтернаціональними. Інша справа, суто спеціальна будівельна термінологія і поняття, якими користується наше національне інженерне

співтовариство, і іноземне суспільство, де частенько існує отак званий технічний жаргон, що формується у кожного фахівця, починаючи із студентської лави.

Термінологія Єврокоду склалася в просторі європейської цивілізації, у тому числі її мовній гілці, яка має часом істотні відмінності від української цивілізації. Зближення цих цивілізацій - процес надзвичайно складний. Зокрема, це є причиною отак званого «засмічення» мови іноземними словами, що прийнято знаходити негативним явищем, але на значному тимчасовому відрізку це відбувається неминуче природним чином.

Зразок 1. Маленьким прикладом може послужити слово «construction», яке в розумінні європейця відбиває процес будівництва. Для українського інженера аналогічно звучне слово «конструкція» означає деякий виріб (колона, балка, плита і так далі), який у європейця позначається словом «structure». Слово «структура» в звичному розумінні означає деяку систему організації (структура суспільства, мікроструктура металу і тому подібне).

Аналіз текстів Єврокоду виявив проблему «нестиккування» термінів і понять, прийнятих в європейському суспільстві і в Україні. При роботі наших фахівців з оригіналами Єврокодів виникають утруднення з їх інтерпретацією. Тому виникає необхідність створення спеціалізованого словника, що допомагає в роботі з текстами Єврокодів на мові оригіналу (англійському). У цьому полягає мішень цього термінологічного словника.

Подібний словник контекстного пов'язаний з Єврокодом і не претендує на роль загального тлумачного словника по будівництву. Для полегшення роботи з оригінальним текстом Єврокоду дзуськи необхідності створення тлумачного словника будівельних термінів, отак як можна з успіхом використати існуючі словники, енциклопедії, а також словники іноземних слів.

Основна трудність полягає в інтерпретації іноземних термінів, що несуть національну (чи регіональну) культуру мови.

У цьому словнику поняття (визначення) прийняті з тексту Єврокоду і відбивають європейське світосприйняття з точністю до авторських формулювань колективу, що створив Єврокод. Некоректно вноситиме тут які-небудь поправки, логічні на наш погляд. Мішень словника - донести терпимо манеру бачення явищ європейського фахівця без корекції на особливості нашого світосприйняття.

У такому словнику можуть зустрічатися незвичайні переклади слів.

Зразок 2. В деяких випадках слово «simple — простою» може володіти переклад, як «шарнірний — pinned», якщо вимова йде про тип опорних закріплень балки;

термін «reduction factor - зменшуючий коефіцієнт» означає «коефіцієнт стійкості»; рівно звучне на обох мовах слово «analysis - аналіз» в контекстному перекладі означає «розрахунок», «general partial factor», звучний в перекладі на наш стиль абсурдно, як «загальний приватний коефіцієнт», ніби «коефіцієнт надійності по відповідальності».

Зразок 3. Широко відомий «коефіцієнт поздовжнього згину» — звивина стержня припускає переміщення, спрямоване уперек стержня, проте не уподовж, так що вигин фізично існувати не може. Тому останнім часом цей термін замінений на «коефіцієнт стійкості», проте термін «поздовжній згин» продовжує успішно бути в припущенні, що вигин походить від додатка до стержня подовжньої сили. А це вже деяке слабке трактування у виправдання жаргонного терміну, отак як насправді при втраті стійкості виникає деяка поперечна дія, що викликає реальний поперечний згин.

У представленому термінологічному словнику в перекладах позначень, прийнятих в Єврокодi, використовується термінологія, прийнята в українській інженерній практиці, відповідно до контекстної інтерпретації відповідних понять. Тому дослівний переклад тут недоречний.

Зразок 4. Позначення «partial factor» переводиться ніби «коефіцієнт надійності», але не «парціальний коефіцієнт», ніби це можна зустріти в приватних перекладах Єврокоду.

У українській технічній літературі у формулах (а вони інтернаціональні) він застосовується під назвою коефіцієнта надійності, і тут немає необхідності вводити в наш стиль новий термін, співзвучний з іноземними словами.

Впровадження термінології Єврокоду EN 1990 наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Єврокод EN 1990. Терміни і визначення

Єврокод EN 1990 «Основи проектування»			
Терміни і визначення			
Номер Єврокода і його частини	Термін на англійському мові	Переклад на українську мову	Примітки і поняття
EN 1990	Construction works	Будова (споруда)	Усе, що побудовано або є результатом будівельних робіт. Примітка. Визначення відповідає ІСО 6707-1. Цим терміном визначаються як будівлі, так і інженерні споруди. Термін відноситься до закінченої будови, яка містить несучі елементи, ненесучі і геотехнічні.
EN 1990	Type of building or civil engineering works	Тип будівлі або споруди	Класифікація споруд залежно від їх функціонального призначення, наприклад, житловий будинок, підпірна стіна, промислова будівля, дорожній міст
EN 1990	Type of construction	Тип будівельної конструкції	Класифікація конструкцій залежно від вживаних будівельних матеріалів, наприклад, залізобетонна конструкція, сталева конструкція, дерев'яна конструкція, конструкція з цеглини, сталезалізобетонна конструкція
EN 1990	Method of construction	Метод будівництва	Спосіб зведення будови : монолітний, збірний і збірно-монолітний.
EN 1990	Construction material	Будівельний матеріал	Матеріал, що вживають для будівництва, наприклад, бетон, сталь, дерево, цеглина.

Продовження таблиці 2.2

EN 1990	Structure	Конструкція	Передбачене (розроблене, запроектоване) поєднання сполучених один з одним елементів, запроектованих так, щоб сприймати розрахункові навантаження і забезпечити необхідну жорсткість.
EN 1990	Structural member	Елемент конструкції	Частина конструкції, наприклад, колона, балка, плита перекриття, фундаментна паля.
EN 1990	Form of structure	Конструктивна форма	Комбінація елементів, що створює несучу конструкцію. Види конструктивних форм, наприклад, рами, висні мости, арки, балки, ферми.
EN 1990	Structural system	Несуча система	Будівлі, що несуть елементи, або споруди, утворюють за певними правилами систему, що забезпечує задані експлуатаційні функції
EN 1990	Structural model	Модель несучої конструкції	Несе система, що ідеалізується, вживана в розрахунках, при проектуванні і при верифікації.
EN 1990	Execution	Процес будівництва	Усі види діяльності по будівництву будівлі або споруди, включаючи придбання будівельних матеріалів, контроль і розробку відповідної документації. Термін має на увазі усі роботи на будівельному майданчику, включаючи виготовлення будівельних конструкцій як на її території, так і за її межами
EN 1990	Design criteria	Критерії розрахунку	Кількісні показники, що встановлюють умови, що виконуються для кожного граничного стану.
EN 1990	Design situations	Розрахункові ситуації	Моделювання найбільш несприятливих умов в роботі конструкцій, що приймаються як заміна дійсних умов експлуатації впродовж певного відрізка часу.
EN 1990	Transient design situation	Тимчасова (перехідна) розрахункова ситуація	Розрахункова ситуація, яка є визначальною впродовж відрізка часу, істотно меншого тривалості експлуатації несучої конструкції і що має високу вірогідність реалізації. Тимчасова розрахункова ситуація відноситься до тимчасових умов експлуатації або дії на несучу конструкцію, наприклад, в період будівництва або проведення ремонту
EN 1990	Persistent design situation	Постійна (що встановилася) розрахункова ситуація	Розрахункова ситуація, що являється визначальній впродовж усього терміну експлуатації несучої конструкції. В цілому вона відноситься до нормальних умов експлуатації.

Продовження таблиці 2.2

EN 1990	Accidental design situation	Аварійна розрахункова ситуація	Розрахункова ситуація, яка включає надзвичайні умови для несучої конструкції, наприклад, пожежа, вибух, удар або місцеве руйнування.
EN 1990	Fire design	Будівельне протипожежне проектування	Проектування несучої конструкції з урахуванням вимог протипожежної безпеки
EN 1990	Seismic design situation	Розрахункова ситуація при сейсмічних діях	Розрахункова ситуація для несучої конструкції, що виникає в умовах сейсмічної дії
EN 1990	Design working life	Розрахунковий термін експлуатації	Встановлений період часу, впродовж якого конструкція або частина її експлуатується зі збереженням її функціонального призначення, з урахуванням передбачених заходів по її підтримці, але без капітального ремонту.
EN 1990	Hazard	Загроза	Згідно із справжнім стандартом і EN 1991 — EN 1999 — аварійна або значима подія, наприклад, незвичайне (нерозрахункова) навантаження або дія, недостатня несуча здатність, або значне відхилення від передбачених розмірів
EN 1990	Load arrangement	Схема додавання навантажень	Встановлення положення, величини і напрямку дії
EN 1990	Load case	Розрахункова схема завантажень	Схеми додавання навантажень, деформацій і дефектів сумісні із заданими змінними і постійними діями, які необхідно одночасно враховувати в розрахунках
EN 1990	Limit states	Граничні стани	Стани, при яких конструкція перестає задовольняти вимогам, що пред'являються до них
EN 1990	Ultimate limit states	Перший граничний стан по несучій здібності	Граничне стану, в якому критерієм неприпустимості подальшої експлуатації є досягнення в матеріалі межі міцності, або втрата стійкості.
EN 1990	Serviceability limit states	Другий граничний стан по придатності до нормальної експлуатації	Стан, при перевищенні якого не виконуються умови нормальної експлуатації конструкції або її елементів
EN 1990	Irreversible serviceability limit states)	Безповоротні граничні стани по придатності до нормальної експлуатації	Граничні стани по придатності до нормальної експлуатації, які тривалий час залишаються перевищеними після усунення основних дій, що викликають перевищення

Продовження таблиці 2.2

EN 1990	Reversible serviceability limit states	Оборотні граничні стани по придатності до нормальної експлуатації	Граничні стани по придатності до нормальної експлуатації, які не перевищуються після усунення основних дій, що викликають перевищення
EN 1990	Serviceability criterion	Критерій придатності до нормальної експлуатації	Розрахунковий критерій для граничного стану по придатності до нормальної експлуатації
EN 1990	Resistance	Опір (несуча здатність)	Здатність елементу, деталі конструкції або їх поперечного перерізу протистояти діям без механічного руйнування, наприклад, опір згину, опір втраті стійкості, опір розтягуванню
	Strength	Міцність	Механічна властивість матеріалу, що вказує на його здатність чинити опір діям і зазвичай виразиме в одиницях механічної напруги.
EN 1990	Reliability	Надійність	Здатність несучої конструкції виконувати необхідні функції впродовж розрахункового терміну експлуатації з належною якістю. Надійність виражається, як правило, вірогідністю безвідмовної роботи конструкції.
EN 1990	Reliability differentiation	Класифікація за надійністю (оптимізація надійності)	Заходи, призначені для соціально-економічної оптимізації ресурсів, використовуваних при будівництві споруди, з урахуванням очікуваних наслідків відмови (руйнування) і вартості будівельних робіт.
EN 1990	Basic variable	Базисна змінна	- фізичний параметр, який характеризує дії і вплив довкілля, геометричні величини і властивості матеріалів, у тому числі і властивості ґрунту.
EN 1990	Maintenance	Технічне обслуговування	Сукупність заходів, які проводяться впродовж розрахункового терміну експлуатації конструкції для підтримки її відповідності вимогам надійності. Заходи по ремонту несучої конструкції після аварійних або сейсмічних дій, не є технічним обслуговуванням
EN 1990	Repair	Ремонт	Заходи по збереженню або відновленню функціональної несучої здатності конструкції, що виходять за рамки заходів технічного обслуговування.
EN 1990	Nominal value	Номінальне значення	Значення, що встановлюється вольовим порядком на основі досвіду або фізичних представлень.

Продовження таблиці 2.2

EN 1990	Action	Дія	А) Група сил (навантажень), діючих (прикладених) на несучу конструкцію (пряма дія). В) Група примусових деформацій або коливань, які викликаються зміною температури, вологості, усадкою, повзучістю матеріалу, нерівномірним осіданням основ або землетрусом (непряма дія)
EN 1990	Effect of action	Ефект дії	Реакція будівельної конструкції, (наприклад, внутрішня сила, момент, напруження) або споруди в цілому (наприклад, відхилення, обертання).
EN 1990	Permanent action	Постійна дія	Дія впродовж усього розрахункового періоду часу, тимчасова зміна величини якого в порівнянні з середнім значенням триває, або при якому зміна до досягнення певного граничного значення відбувається завжди в одному напрямі (рівномірно).
EN 1990	Variable action	Тимчасова (змінне) дія	- дія, при якій необхідно враховувати його зміну за величиною або по напрямку.
EN 1990	Accidental action	Особлива (аварійне) дія	Непередбачувана дія, як правило, короткочасна, але значної величини, вірогідність виникнення якого впродовж розрахункового терміну експлуатації несучої конструкції невелика. Примітка. 1 Аварійна дія у більшості випадків викликає тяжкі наслідки, якщо не зроблені відповідні заходи. Примітка. 2 Ударних, снігових, вітрових і сейсмічних дії іноді розглядають, як аварійні дії, залежно від статистики їх розподілів.
EN 1990	Seismic action	Сейсмічна дія	Дія, що виникає в результаті рухів ґрунту під час землетрусу.
EN 1990	Geotechnical action	Геотехнічне дія	Дія, що передається на будову від ґрунту, засипки або від ґрунтових вод.
EN 1990	Fixed action	Стационарна дія	Дія зі встановленим розподілом по несучій конструкції або елементу конструкції, внаслідок чого величина і напрям усієї дії однозначно визначаються по усій конструкції або елементу конструкції встановленням величини і напрямом.
EN 1990	Free action	Вільна дія	Дія, яка може мати різний просторовий розподіл по несучій конструкції.
EN 1990	Single action	Окрема (одиничне) дія	Дія, яку можна вважати статистично незалежною в часі і просторі від будь-якої іншої дії.

Продовження таблиці 2.2

EN 1990	Static action	Статична дія	Дія, що не викликає істотного коливання (прискорення) несучої конструкції або елементів конструкції.
EN 1990	Dynamic action	Динамічна дія	Дія, що викликає істотні коливання (прискорення) несучої конструкції або елементів конструкції.
EN 1990	Quasi - static action	Псевдостатична дія	Динамічна дія, яка при розрахунку замінюється еквівалентною статичною дією.
EN 1990	Characteristic value of action	Нормативне значення дії	Дія, величина якої визначається нормативним документом. Нормативне значення дії може бути обґрунтоване статистично заданою вірогідністю неперевищення (забезпеченістю), яка встановлюється вольовим шляхом з урахуванням досвіду.
EN 1990	Reference period	Початковий (базисний) період часу	Встановлений період часу для оцінки статистичних змінних і, якщо можливо, аварійних дій.

Додаткова інформація щодо EN1990. EN1990 описує Принципи та вимоги щодо безпеки, експлуатаційної придатності та довговічності конструкцій. Це базується на концепції граничних станів, яка використовується у поєднанні з методом часткових коефіцієнтів.

EN1990 передбачений для прямого використання при проектуванні нових споруд разом з Єврокодами EN1991 -1999.

EN1990 дає також керівні вказівки щодо аспектів надійності, які відносяться до безпеки, експлуатаційної придатності та довговічності:

- у проектних випадках, які не розглянуті в EN1991 - EN1999 (інші дії, споруди, що не розглядалися, інші матеріали);

- є як еталонний документ для інших CENTCсвідносно питань будівель і споруд.

EN1990 призначений для використання:

- комітетами підготовки стандартів для проектування конструкцій та пов'язаних з ними виробів, тестування та розроблення стандартів зі зведення;

- замовниками (наприклад, для формулювання інших специфічних вимог до рівнів надійності та довговічності);

- проектувальниками та конструкторами;

- відповідними органами влади.

EN1990 може використовуватися як керівний документ для проектування конструкцій, які знаходяться за межами Єврокодів EN1991-EN1999 для:

- оцінки інших дій та їх комбінацій;

- моделювання роботи матеріалів і конструкцій;

- встановлення чисельних показників надійності.

Кількісні значення часткових коефіцієнтів та інших параметрів надійності рекомендуються як основні величини, котрі забезпечують прийнятний рівень надійності. Вони були підібрані, виходячи з відповідного рівня кваліфікації та якості управління. Такі самі величини повинні використовуватися при застосуванні EN1990 як базового документа іншими CEN/TCs.

Національний Додаток до EN1990

Цей стандарт надає альтернативні процедури, величини і рекомендації для класів з примітками, які вказують місце, де необхідно зробити національний вибір. Таким чином, Національний стандарт, який імплементує EN1990, повинен мати Національний додаток, який включав би усі Національні визначені параметри, які використовуються при проектуванні будівель та цивільних споруд, які будуть побудовані у відповідній країні.

Національним вибором дозволено увійти до EN1990 за допомогою:

- A1.1(1)

- A1.2.1(1)

- A1.2.2 (Таблиця A1.1)

Нормативні посилання. Цей Європейський Стандарт поєднується датованим чи недатованим посиланням з положеннями інших публікацій. Ці нормативні посилання наведені у відповідних місцях тексту та внесені до списку публікацій. Для датованих посилань наступні поправки або зміни в будь-яких із цих публікацій приймаються цим Європейським Стандартом тільки тоді, коли ці поправки або зміни зареєстровані. Для недатованих посилань застосовується остання редакція публікації (включаючи поправки).

Єврокоди було опубліковано як Європейські попередні стандарти. Наступні Європейські Стандарти, які опубліковані чи знаходяться в процесі підготовки, наведені у нормативному переліку:

EN1991 Єврокод 1: Дії на конструкції

EN1992 Єврокод 2: Проектування залізобетонних конструкцій

EN1993 Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій

EN1994 Єврокод 4: Проектування сталезалізобетонних конструкцій

- A1.3.1(1) (Tables A1.2(A) to (C))

- A1.3.1(5)

- A1.3.2 (Table A1.3)

- A1.4.2(2)

Section 1 GENERAL

Припущення.

Проектування, яке застосовує принципи та правила використання, вважається таким, що відповідає вимогам, якщо виконуються припущення, викладені в EN1990 - EN1999 (Розділ 2).

Загальні припущення EN1990 є такими:

- вибір конструктивної системи та розрахунок конструкцій виконуються відповідно компетентним та досвідченим персоналом;
- зведення здійснюється персоналом, який має відповідну майстерність та досвід;

- адекватний нагляд та перевірка якості забезпечуються протягом виконання робіт, наприклад, в конструкторських бюро, фабриках, заводах і на будівельних майданчиках;

- будівельні матеріали та вироби використовуються, як визначено в EN1990 або в EN1991 -EN1999, або у релевантних стандартах на зведення, або відповідних специфікаціях на матеріали і вироби;

- будівля буде підтримуватися у задовільному стані;

- будівля буде використовуватися у відповідності з припущеннями проектування.

Можливі випадки, коли зазначенні вище припущення необхідно доповнювати.

Відмінності між Принципами та Правилами використання:

У залежності від характеру в окремих пунктах EN1990 зроблена відмінність між Принципами та Правилами використання.

Принципи включають в себе:

- загальні статті та визначення, для яких не існує альтернатив, а також

- вимоги та аналітичні моделі, для яких альтернатива не дозволена, за винятком того, якщо це спеціально зазначено.

Принципи позначені літерою Р після номера параграфа.

За Правила використання, зазвичай, визнають правила, які виконують Принципи та задовольняють їх вимоги.

Дозволено використовувати альтернативні правила проектування порівняно з Правилами, які викладені в EN1990 для будівель і споруд, за умови, що це показує, що альтернативні правила узгоджуються з відповідними Принципами, та які, у крайньому разі, еквівалентні відносно безпеки, експлуатаційної придатності і довговічності, які були б очікуваними при використанні Єврокодів.

EN1995 Eurocode5: 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

Терміни та визначення.

Терміни та визначення цього Європейського Стандарту витікають з ISO2394, ISO3898, ISO8930, ISO8402.

Загальні терміни, які використовуються у EN1990 - EN1999:

- **будівлі і споруди** - все, що побудовано або є результатом будівельної діяльності.

Дане визначення відповідає ISO6707-1. Термін охоплює будівлі і цивільні інженерні споруди. Це відноситься до всіх будівель і споруд, включаючи конструктивні, неконструктивні та геотехнічні елементи:

- **тип будівлі або цивільної споруди** - тип будівельної споруди визначається її цільовим призначенням, наприклад, житловий будинок, підпірна стіна, промислова будівля, автодорожний міст;
- **тип конструкції** - ознака основного конструктивного матеріалу, наприклад, залізобетонні конструкції, металеві конструкції, дерев'яні конструкції, кам'яні конструкції, сталезалізобетонні конструкції;
- **метод будівництва** - спосіб, яким буде здійснюватися виконання, наприклад, безпосередньо на будівельному майданчику, у заводських умовах, методом консольної зборки;
- **будівельний матеріал** - матеріал, який використовується в будівництві, наприклад, сталь, деревина, кам'яна кладка;
- **конструкція** - організована комбінація поєднаних між собою частин, запроектована сприймати навантаження та забезпечувати відповідну жорсткість;
- **конструктивний елемент** - фізично окрема частина конструкції, наприклад, колона, балка, плита, фундамент;
- **вид конструкції** - класифікація конструктивних елементів;

- **конструктивна система** - несучі елементи будівлі або цивільних інженерних споруд і спосіб, яким дані елементи функціонують разом;
- **розрахункова модель** - ідеалізація конструктивної системи, яка використовується з метою розрахунку, проектування та перевірки;

Спеціальні терміни, які відносяться до розрахунку в цілому:

- **розрахунковий критерій** - кількісні формулювання, що описують кожний граничний стан умов, які повинні бути виконані;
- **розрахункові ситуації** - сукупність матеріальних умов, які відтворюють реальні умови, під час певного часового інтервалу, для якого розрахунок демонструє, що відповідні граничні стани не перевищені;
- **перехідна розрахункова ситуація** - розрахункова ситуація, яка має місце протягом періоду, значно більш короткого ніж проектний термін служби конструкції, та яка має високу можливість виникнення;
- **постійна розрахункова ситуація** - розрахункова ситуація, яка має місце для періоду такого ж порядку, що і проектний термін життєдіяльності споруди;

Загалом це стосується звичайних умов експлуатації конструкції.

- **випадкова розрахункова ситуація** - розрахункова ситуація, яка відноситься до виняткових умов конструкції або впливу на неї, включаючи пожежу, вибух, зіткнення або локальне руйнування;
- **розрахунок при пожежі** - розрахунок конструкції для забезпечення експлуатаційних характеристик, які вимагаються у випадку пожежі;
- **сейсмічна розрахункова ситуація** - розрахункова ситуація, що відноситься до виняткових умов конструкції, яких вона зазнає у випадку сейсмічної дії
- **проектний термін експлуатації** - передбачуваний проміжок часу, протягом якого конструкція або її частина експлуатуються за

призначенням з передбачуваним технічним обслуговуванням, але без необхідного капітального ремонту;

- **ризик** - у рамках EN1990-1999 - надзвичайний і серйозний випадок, наприклад, аномальна дія або зовнішній вплив, недостатня міцність або стійкість, або надмірне відхилення від заданих розмірів;
- **схема навантаження** - ідентифікація положення, величини та напрямку незалежної дії;
- **граничні стани** - стани, за межами яких конструкція більше не відповідає належним розрахунковим критеріям;
- **граничні стани за несучою здатністю** - стани, пов'язані з руйнуванням або іншими схожими формами відмови конструкції;
- **граничні стани за експлуатаційною придатністю** - стани, що відповідають умовам, поза межами яких визначені експлуатаційні вимоги для конструкції або елемента конструкції більше не виконуються;
- **незворотні граничні стани експлуатаційної придатності** - граничні стани експлуатаційної придатності, де деякі наслідки дій, що перевищують визначені експлуатаційні вимоги, залишатимуться після припинення цих дій;
- **міцність** - механічна властивість матеріалу, що відображає його здатність протидіяти діям, яка, зазвичай, надається в одиницях напруження;
- **надійність** - здатність конструкції або елемента конструкції виконувати визначені вимоги протягом всього проектного строку служби, для якого вони були сконструйовані. Надійність, як правило, виражається в імовірнісних показниках;
- **конструктивний розрахунок** - процедура або алгоритм для визначення результатів від дій у кожній точці конструкції. Конструктивний розрахунок може виконуватись на трьох рівнях, використовуючи різні моделі: загальний розрахунок, розрахунок елемента, локальний розрахунок.

2.2 Положення EN 1991 EUROCODE 1 Дії на конструкції

Положення EN 1991 Дії на конструкції приведені в таблиці 2.3

Таблиця 2.3

Положення EN 1991 Дії на конструкції

Позначення	Найменування	Анотація
1	2	3
Положення EN 1991 EUROCODE 1	Несучі конструкції Дії на конструкції Einwirkungen auf Tragwerke Actions on structures	EN 1991 EUROCODE 1 включає в себе нижченаведені стандарти: - EN 1991-1-1:2002; - EN 1991-1-2:2002; - EN 1991-1-3:2003; - EN 1991-1-4:2005; - EN 1991-1-5:2003; - EN 1991-1-6:2005; - EN 1991-1-7:2006; - EN 1991-2:2003; - EN 1991-3:2006; - EN 1991-4:2006.
EN 1991-1-1:2002	Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 1-1: Загальні дії. Питома вага, власна вага, експлуатаційні навантаження для споруд	Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 1-1: Загальні дії. Питома вага, власна вага, експлуатаційні навантаження для споруд / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1991-1-1:2010 (EN 1991-1-1:2002, IDT) // 2011. Стандарт поширюється на постійні та тимчасові навантаження і впливи, які слід визначати і враховувати при проектуванні несучих конструкцій будівель та інженерних споруд з урахуванням геотехнічних умов. Навантаження та впливи поділяються на: постійні (від власної ваги конструкцій); тимчасові (корисні); навантаження від ваги будівельних матеріалів і складованих вантажів.
EN 1991-1-2:2002	Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 1-2: Загальні дії. Дії на конструкції під час пожежі	Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 1-2: Загальні дії. Дії на конструкції під час пожежі / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2:2010 (EN 1991-1-2:2002, IDT) // 2011. У стандарті наведені методи, що застосовуються для будівель з відповідними їх призначенню пожежними навантаженнями. У стандарті розглянуті теплові і механічні дії на будівельні конструкції при пожежі.

Продовження таблиці 2.3

		EN 1991-1-2 необхідно використовувати спільно з протипожежними частинами EN 1992 - EN 1996 і EN 1999, що містять правила проектування будівельних конструкцій з урахуванням забезпечення їх вогнестійкості. EN 1991-1-2 містить номінальні і параметричні (фізично обґрунтовані) теплові впливи. Додаткові дані і моделі фізично обґрунтованих теплових впливів наведені в додатках. Стандарт встановлює принципи і правила визначення теплових і механічних впливів, які повинні застосовуватися спільно з EN 1990, EN 1991-1-1, EN 1991-1-3 та EN 1991-1-4. Стандарт не розглядає порядок визначення пошкоджень будівельних конструкцій під час пожежі.
EN 1991-1-3:2003	Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 1-3: Загальні дії. Снігові навантаження	Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 1-3: Загальні дії. Снігові навантаження / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1991-1-3:2010 (EN 1991-1-3:2003, IDT) // 2011. EN 1991-1-3 містить принципи та положення за розрахунком снігових навантажень на конструкції.
EN 1991-1-4:2005	Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 1-4: Загальні дії. Вітрові навантаження	Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 1-4: Загальні дії. Вітрові навантаження / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1991-1-4:2010 (EN 1991-1-4:2005, IDT) // 2011. EN 1991-1-4 дає вказівки по призначенню природних вітрових впливів на зовнішні поверхні, що розглядаються при проектуванні будівель та інженерних споруд. До них відносяться конструкції в цілому або їх елементи, пов'язані з несучими конструкціями, наприклад вузли, елементи фасаду з анкерними кріпленнями, захисні і шумозахисні огорожі.
EN 1991-1-5:2003	Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 1-5: Загальні дії. Теплові дії	Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 1-5: Загальні дії. Теплові дії / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1991-1-5:2012 (EN 1991-1-5:2003, IDT) // 2012. У EN 1991-1-5 містяться принципи і положення за розрахунком температурних впливів на будівлі, мости та інші конструкції, включаючи їх окремі елементи. У ньому вказані також положення по обшивці фасадів і інших елементів будівель. Справжня частина встановлює температурні впливи на елементи конструкцій і вказує їх характеристичні значення, які можуть застосовуватися для визначення розрахункових

Продовження таблиці 2.3

		параметрів конструкцій, що піддаються добовим і річним коливанням температури. Температурний вплив не враховують, якщо конструкція не піддається температурним впливам, обумовленим кліматичними умовами. Конструкції, в яких температурні впливи обумовлені, головним чином, їх призначенням (наприклад, градирні, елеватори, резервуари, складське обладнання, обігрівальні камери і холодильники), розглядаються в розділі 7. На димові труби поширюється дія EN 13084-1.
EN 1991-1-6:2005	Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 1-6: Загальні дії. Дії під час зведення	Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 1-6: Загальні дії. Дії під час зведення / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1991-1-6:2012 (EN 1991-1-6:2005, IDT) // 2012. У EN 1991-1-6 містяться стратегії і загальні правила визначення впливів, які слід враховувати при будівництві будівель і споруд. EN 1991-1-6 містить правила визначення впливів, які слід враховувати при різних видах будівельних робіт, включаючи реконструкцію несучих конструкцій, наприклад підсилення і / або частковий або повний знос. Правила, що стосуються безпеки людей на будмайданчику та біля нього не розглядаються. Ці правила можуть бути встановлені для конкретного проекту. У стандарті містяться також правила визначення впливів, які можуть застосовуватися при розрахунку допоміжних конструкцій, які використовуються при будівництві будівель і споруд.
EN 1991-1-7:2006	Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 1-7: Загальні дії. Особливі динамічні впливи	Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 1-7: Загальні дії. Особливі динамічні впливи / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1991-1-7:2010 (EN 1991-1-7:2006, IDT) // 2011. У EN 1991-1-7 містяться стратегії і правила щодо забезпечення захисту будівель та інших інженерних споруд від дії ідентифікованих і неідентифікованих особливих впливів. EN 1991-1-7 встановлює: - стратегії, засновані на ідентифікації особливих впливів; - стратегії, засновані на обмеженні масштабів локального руйнування.
EN 1991-2:2003	Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 2: Рухомі	Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 2: Рухомі навантаження на мости / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1991-2:2010 (EN 1991-2:2003, IDT) // 2013.

Продовження таблиці 2.3

	навантаження на мости	(1) EN 1991-2 визначає навантаження (моделі і їх величини) від автомобільного, залізничного транспорту і пішоходів. В необхідних випадках дані навантаження включають в себе динамічну складову, відцентрову силу, сили гальмування та прискорення, а також впливи, викликані аварійними розрахунковими ситуаціями.
EN 1991-3:2006	Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 3: Дії, що викликані кранами та обладнанням	Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 3: Дії, що викликані кранами та обладнанням / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1991-3:2012 (EN 1991-3:2006, IDT) // 2013. Частина 3 EN 1991 встановлює прикладені навантаження (моделі і репрезентативні значення), асоційовані з кранами на підкранових балках і стаціонарним машинним обладнанням, які включають, коли це доречно, динамічні ефекти, гальмування, прискорення і другорядні сили.
EN 1991-4:2006	Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 4: Бункери і резервуари	Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 4: Бункери і резервуари / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1991-4:2012 (EN 1991-4:2006, IDT) // 2013. Справжній технічний кодекс містить загальні принципи і вказівки по впливам для проектування і визначення розмірів силосів, бункерів для зберігання сипучих матеріалів і резервуарів.

2.3 Положення EN 1992 EUROCODE 2 Проектування залізобетонних конструкцій

EN 1992 EUROCODE 2 слід застосовувати спільно з наступними стандартами:

- EN 1990 Єврокод. Основи проектування конструкцій;
- EN 1991 Єврокод 1. Дії на конструкції;
- європейські стандарти на будівельні вироби, що мають відношення до залізобетонних конструкцій;
- ENV 13670-1 Виробництво залізобетонних конструкцій. Частина 1. Загальні правила;
- EN 1998 Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій.

Положення EN 1992 EUROCODE 2 Проектування залізобетонних конструкцій
приведені в таблиці 2.4

Таблиця 2.4

Положення EN 1992 Проектування залізобетонних конструкцій

Позначення	Найменування	Анотація
1	2	3
Положення EN 1992 EUROCODE 2	Залізобетонні конструкції. Проектування, розрахунки, параметри Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbetonbauten Design of concrete structures	EN 1992 EUROCODE 2 поширюється на проектування будівель і цивільних споруд із залізобетону, встановлює принципи і вимоги забезпечення їх безпеки та експлуатаційної придатності, основи проектування та перевірки відповідності згідно EN 1990. Єврокод 2: Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1: Загальні правила і правила для споруд / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1992-1-1:2010 (EN 1992-1-1:2004, IDT) // 2012.
EN 1992-1- 1:2004	Єврокод 2: Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1: Загальні правила і правила для споруд	EN 1992 EUROCODE 2 встановлює тільки вимоги до стійкості, експлуатаційної придатності, довговічності і вогнестійкості залізобетонних конструкцій; інші вимоги, наприклад, до тепло- і звукоізоляції, не розглядаються. EN 1992 EUROCODE 2 слід застосовувати спільно з наступними стандартами: - EN 1990 Єврокод. Основи проектування конструкцій; - EN 1991 Єврокод 1. Дії на конструкції; - європейські стандарти на будівельні вироби, що мають відношення до залізобетонних конструкцій; - ENV 13670-1 Виробництво залізобетонних конструкцій. Частина 1. Загальні правила; - EN 1998 Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій.
EN 1992-1- 2:2004	Єврокод 2: Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-2: Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість	Єврокод 2: Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-2: Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012 (EN 1992-1-2:2004, IDT) // 2012. Стандарт поширюється на проектування залізобетонних конструкцій з урахуванням забезпечення їх вогнестійкості та призначений для

Продовження таблиці 2.4

		застосування спільно з EN 1992-1-1 і EN 1991-1-2. Дана частина містить тільки відмінності та доповнення до положень зазначених стандартів. У цьому стандарті розглядаються методи пасивного протипожежного захисту. Методи активного протипожежного захисту не розглядаються. Стандарт поширюється на залізобетонні конструкції, які при пожежі повинні виконувати регламентовані функції: - запобігання передчасного руйнування конструкції (несуча функція); - обмеження поширення пожежі (полум'я, продуктів горіння, теплового потоку) за кордону встановлених зон (захисна функція). Стандарт містить принципи і правила (EN 1991-1-2) проектування будівельних конструкцій з урахуванням виконання раніше зазначених функцій і умов роботи. Стандарт поширюється на конструкції або частини конструктивних систем, які відносяться до сфери застосування EN 1992-1-1 та проектуються відповідним чином. Не розглядаються: - конструкції з зовнішнім попереднім напруженням; - конструкції у вигляді оболонки. Методи, наведені в стандарті, застосовні для бетону класів міцності до C90/105 включно і для легких бетонів класів міцності до LC55/60 включно.
EN 1992-2:2005	Єврокод 2: Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 2: Залізобетонні мости. Правила проектування	Єврокод 2: Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 2: Залізобетонні мости. Правила проектування / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1992-2:2012 (EN 1992-2:2005, IDT) // 2012. Стандарт поширюється на проектування залізобетонних мостів. В стандарті наведені правила проектування залізобетонних мостів та призначений для застосування спільно з EN 1992-1-1 і EN 1991-1-2.
EN 1992-3:2006	Єврокод 2: Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 3: Конструкції для зберігання і утримання рідини	Єврокод 2: Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 3: Конструкції для зберігання і утримання рідини / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1992-3:2012 (EN 1992-3:2006, IDT) // 2012. Частина 3 EN 1992 охоплює додаткові правила до правил частини 1 для проектування конструкцій,

	Продовження таблиці 2.4 зведених з неармованого, малоармованого бетону, залізобетону або попередньо напруженого залізобетону для зберігання рідких або сипких матеріалів. Принципи і правила застосування даються в цій частині для проектування елементів конструкції, які безпосередньо утримують накопичені рідини або матеріали (тобто безпосередньо навантажені стіни бункерів, резервуарів чи силосів). Інші елементи, які підтримують ці первинні елементи (наприклад, будівельна конструкція, яка підтримує ємність у башті вежі системи водогону), повинні бути спроектовані згідно з положеннями частини 1-1. Ця частина не стосується: - конструкцій для сховищ матеріалів за дуже низької і дуже високої температури; - конструкцій для сховищ небезпечних матеріалів, протікання яких може привести до загрози здоров'ю чи до небезпечного ризику; - вибору і проектування облицювання чи покриттів і наслідків цього вибору; - посудин під тиском; - плаваючих конструкцій; - великих дамб; - газонепроникності Цей документ поширюється на матеріали, які зберігаються за постійної температури в діапазоні - 40°C і +200°C.
--	---

2.4 Положення EN 1993 EUROCODE 3 Проектування сталевих конструкцій

Основні правила проектування сталевих несучих конструкцій встановлені в ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1, даний нормативний документ слід використовувати з іншими розділами ДСТУ-н Б EN 1993 при проектуванні сталевих конструкцій. Нормативний документ ДСТУ-Н Б EN 1993-1 включає дванадцять розділів, починаючи з ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1 і до ДСТУ-Н Б EN 1993-1-12. При проектуванні будинків зі сталевим каркасом необхідно керуватися наступними розділами ДСТУ-Н Б EN 1993-1:

- ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1 Загальні правила і правила для будівель;
- ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2 Проектування конструкцій на вогнестійкість;
- ДСТУ-Н Б EN 1993-1-3 Загальні правила. Додаткові правила для холодноформованих елементів і профільованих листів;
- ДСТУ-Н Б EN 1993-1-5 Пластинчасті конструктивні елементи;
- ДСТУ-Н Б EN 1993-1-8 Проектування з'єднань;
- ДСТУ-Н Б EN 1993-1-10 Властивості тріщиностійкості і міцності матеріалу в напрямку товщини прокату.

Положення EN 1993 EUROCODE 3 Проектування сталевих конструкцій приведені в таблиці 2.5

Таблиця 2.5

Положення EN 1993 Проектування сталевих конструкцій

Позначення	Найменування	Анотація
1	2	3
Положення EN 1993 EUROCODE 3	Сталеві конструкції. Проектування, розрахунки, параметри Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbauten Design of steel structures	EN 1993 EUROCODE 3 застосовується для проектування сталевих конструкцій будівель і споруд цивільного призначення. EN 1993 EUROCODE 3 відповідає принципам і технічним вимогам з безпеки і експлуатації конструкцій, основ їх проектування і розрахунку, наведеними в EN 1990 EUROCODE 0 ("Основи проектування конструкцій"). EN 1993 EUROCODE 3 охоплює тільки вимоги щодо несучої здатності, експлуатаційної придатності, довговічності і вогнестійкості сталевих конструкцій. Інші вимоги, що стосуються, наприклад, тепло- або звукоізоляції, не розглядаються. EN 1993 EUROCODE 3 слід застосовувати спільно з наступними нормативними документами: - EN 1990 EUROCODE 0 Основи проектування несучих конструкцій; EN 1991 EUROCODE 1; - EN, ETAG і ETA на будівельні вироби, що відносяться до сталевих конструкцій; - EN 1090 Виготовлення сталевих конструкцій. Технічні вимоги; EN 1992 EN 1999 року о тій їх частині, яка стосується сталевих конструкцій або їх елементів.

Продовження таблиці 2.5

EN 1993-1-1:2005	Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-1: Загальні правила і правила для споруд / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1:2010 (EN 1993-1-1:2005, IDT) // 2011.
EN 1993-1-2:2005	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-2: Загальні положення. Розрахунок на вогнестійкість	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-2: Загальні положення. Розрахунок на вогнестійкість / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 (EN 1993-1-2:2005, IDT) // 2012. EN 1993-1-2 встановлює вимоги при проектуванні сталевих конструкцій з урахуванням можливого впливу пожежі і призначений для використання спільно з EN 1993-1-1 та EN 1991-1-2. EN 1993-1-2 містить тільки відмінні або додаткові вимоги до проектування конструкцій, які експлуатуються при нормальній температурі. EN 1993-1-2 відноситься тільки до способів забезпечення пасивного протипожежного захисту. EN 1993-1-2 застосовується для несучих сталевих конструкцій, що забезпечує загальну стійкість і геометричну незмінність будівлі. Примітка. Справжній Єврокод не включає вимоги для огорожувальних конструкцій. EN 1993-1-2 встановлює принципи і правила застосування встановлених вимог щодо несучої здатності конструкцій, що проектуються та рівня якості будівельної продукції. EN 1993-1-2 застосовується для конструктивних систем або їх частин, які підпадають під зону дії EN 1993-1 і спроектованих відповідним чином.
EN 1993-1-3:2006	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-3: Загальні правила. Додаткові правила для холодноформованих елементів і профільованих листів	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-3: Загальні правила. Додаткові правила для холодноформованих елементів і профільованих листів / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-1-3:2012 (EN 1993-1-3:2006 IDT) // 2012. Стандарт встановлює вимоги до проектування холодноформованих тонкостінних елементів і профільованих листів. Вимоги застосовні для холодноформованих сталевих виробів,

Продовження таблиці 2.5

		виготовлених шляхом холодної прокатки або пресування з тонких гарячо або холоднокатаних листів або смуг з покриттям або без нього. Вимоги стандарту можуть бути використані для розрахунку профільованих сталевих листів для сталезалізобетонних плит на стадії зведення. У стандарті наводиться також методика проектування з використанням роботи сталевих настилу як діафрагми жорсткості. У стандарті наведені методи проектування на основі розрахунку і випробувань. Методи проектування на основі розрахунку застосовні тільки для конструкцій, властивості матеріалів та геометричні параметри яких знаходяться в області, для якої накопичено достатній досвід і доступні експериментальні дані. Ці обмеження не стосуються проектування, заснованого на випробуваннях. Стандарт не поширюється на пристосування для прикладання навантажень при випробуваннях і навантажень, що виникають в процесі виготовлення і технічного обслуговування.
EN 1993-1-4:2006	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-4: Загальні правила. Додаткові правила для нержавіючої сталі	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-4: Загальні правила. Додаткові правила для нержавіючої сталі / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-1-4:2012 (EN 1993-1-4:2006, IDT) // 2012.
EN 1993-1-5:2006	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-5: Пластинчасті конструктивні елементи	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-5: Пластинчасті конструктивні елементи / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-1-5:2012 (EN 1993-1-5:2005, IDT) // 2012. EN 1993-1-5 містить правила проектування і розрахунку елементів конструкцій, що складаються з плоских листів, що сприймають навантаження в площині листа, з елементами жорсткості або без них. Дані правила поширюються також на несучі балки з металевих листів I-образного перетину і коробчаті балки, в яких виникають нерівномірні розподіли напружень внаслідок ефекту сдвигового запізнювання, а також втрати стійкості (випинання) листів при дії нормальних напружень. Правила

Продовження таблиці 2.5

		поширюються також на плоскі листи інших елементів конструкцій, наприклад, резервуари (цистерни) і силоси, якщо навантаження діють в площині елементів. Впливи навантажень з площини елемента конструкції в теперішньому EN 1993-1-5 не розглядаються.
EN 1993-1-6:2007	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-6: Міцність та стійкість оболонок	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-6: Міцність та стійкість оболонок / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-1-6:2011 (EN 1993-1-6:2007, IDT) // 2011.
EN 1993-1-7:2007	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-7: Пластинчасті конструкції при навантаженні поза межами площини	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-7: Пластинчасті конструкції при навантаженні поза межами площини / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-1-7:2012 (EN 1993-1-7:2007, IDT) // 2012. Стандарт містить основні правила проектування вільно опертих і підкріплених пластин, які формують частину плоских листових конструкцій, що піддаються навантаженню поперечним навантаженням, таких як силоси, резервуари та контейнери. Стандарт визначає проектні значення міцності: приватний коефіцієнт безпеки може бути прийнятий з національних програм стандартів відповідного призначення. Стандарт містить вимоги до проектування за граничними станами першої групи: - пластичне руйнування; - малоциклічна втома; - втрата стійкості; - втомне руйнування. Правила стандарту відносяться до вільно опертих і підкріпленим сегментам пластин. Дані сегменти пластин можуть бути або окремі пластини, або частини плоских листових конструкцій. Вони навантажені поперечним навантаженням.
EN 1993-1-8:2005	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-8: Проектування з'єднань	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-8: Проектування з'єднань / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-1-8:2011 (EN 1993-1-8:2005, IDT) // 2012
EN 1993-1-9:2005	Єврокод 3: Проектування сталевих	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-9: Витривалість /

Продовження таблиці 2.5

	конструкцій. Частина 1-9: Витривалість	Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-1-9:2012 (EN 1993-1-9:2005, IDT) // 2012. EN 1993-1-9 представляє методи для оцінки опору втоми елементів конструкцій, з'єднань і вузлів, що піддаються дії змінних навантажень. Ці методи ґрунтуються на випробуваннях на втому великорозмірних зразків, з урахуванням впливу конструктивних і структурних дефектів, пов'язаних з виробництвом і виготовленням конструкцій (наприклад, вплив допусків і залишкових напруг при зварюванні). Примітки: 1. EN 1090 в частині допусків. Вибір стандартів на виготовлення може бути приведений в національному додатку до моменту опублікування EN 1090. 2. Національне додаток може давати додаткову інформацію про вимоги з контролю виготовлення. Правила застосовуються до конструкцій, виготовлення яких відповідає EN 1090. Примітка - У відповідних випадках додаткові вимоги вказані в таблицях категорій елементів. Методи оцінки, наведені в цій частині, застосовні до всіх марок будівельних сталей і нержавіючих сталей, за винятком спеціально зазначених у таблицях категорій елементів. Дана частина відноситься тільки до матеріалів, які відповідають вимогам міцності EN 1993-1-10. Дана частина не охоплює методи оцінки втоми, відмінні від методів розрахунків за кривими втоми, такі як метод визначення концентрації напружень в надрізі або методи механіки руйнування. Дана частина не охоплює методи з урахуванням обробки після виготовлення, призначені для підвищення опору втоми, відмінні від видалення залишкових напружень. Опір втоми, що розглядається в даній частині, відповідає конструкціям, які працюють при нормальних атмосферних умовах, мають
--	---	--

Продовження таблиці 2.5

		достатній захист від корозії і регулярне обслуговування. Ефект морської корозії не розглядається. Мікроструктурні пошкодження від високої температури +150 °C не розглядаються.
EN 1993-1-10:2005	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-10: Властивості тріщиностійкості і міцності матеріала у напрямі товщини прокату	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-10: Властивості тріщиностійкості і міцності матеріала у напрямі товщини прокату / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-1-10:2012 (EN 1993-1-10:2005, IDT) // 2012. EN 1993-1-10 застосовується в якості керівництва при виборі стали по тріщиностійкості, а також тріщиностійкості елементів зварних з'єднань.
EN 1993-1-11:2006	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-11: Проектування конструкцій з розтягнутими елементами	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-11: Проектування конструкцій з розтягнутими елементами / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2012 (EN 1993-1-11:20XX, IDT) // 2012. У стандарті наведені основні правила проектування несучих конструкцій з елементами, виготовленими зі сталі та що працюють на розтягнення, які, завдяки способу їх з'єднання з конструкцією, дають можливість їх регулювання та заміни. Стандарт також містить правила для розробки технічних вимог щодо збірних елементів, що працюють на розтяг, для оцінки їх безпеки, експлуатаційної надійності та довговічності.
EN 1993-1-12:2007	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-12: Додаткові правила до EN 1993 для сталей класів не вище S 700	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-12: Додаткові правила до EN 1993 для сталей класів не вище S 700 / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-1-12:2012 (EN 1993-1-12:2007, IDT) // 2012.
EN 1993-2:2006	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 2. Сталеві мости	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 2. Сталеві мости / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-2:2012 (EN 1993-2:2006, IDT) // 2012.
EN 1993-3-1:2006	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 3-1: Башти, щогли і димові труби. Башти і щогли	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 3-1: Башти, щогли і димові труби. Башти і щогли / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-3-1:2012 (EN 1993-3-1:2007, IDT) // 2012.

Продовження таблиці 2.5

EN 1993-3-2:2006	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 3-2: Башти, щогли і димові труби. Димові труби	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 3-2: Башти, щогли і димові труби. Димові труби / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-3-2:2012 (EN 1993-3-2:2007, IDT) // 2012.
EN 1993-4-1:2007	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 4-1: Силоси	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 4-1: Силоси / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-4-1:2012 (EN 1993-4-1:2007, IDT) // 2012.
EN 1993-4-2:2007	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 4-2: Резервуари	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 4-2: Резервуари / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-4-2:2012 (EN 1993-4-2:2007, IDT) // 2012.
EN 1993-4-3:2007	Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 4-3. Трубопроводи	Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 4-3. Трубопроводи / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012 (EN 1993-4-3:2007, IDT) // 2012.
EN 1993-5:2007	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 5: Палі	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 5: Палі / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-5:2012 (EN 1993-5:2007, IDT) // 2012.
EN 1993-6:2007	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 6: Підкранові конструкції	Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 6: Підкранові конструкції / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1993-6:2012 (EN 1993-6:2007, IDT) // 2012.

2.5 Положення EN 1994 EUROCODE 4 Проектування сталезалізобетонних конструкцій

EN 1994 EUROCODE 4 застосовується для проектування сталезалізобетонних конструкцій і елементів в області промислового і цивільного будівництва.

EUROCODE 4 визначає тільки ті вимоги, які стосуються міцності, експлуатаційної надійності, довговічності і вогнестійкості сталезалізобетонних конструкцій.

Положення EN 1994 EUROCODE 4 Проектування сталезалізобетонних конструкцій приведені в таблиці 2.6

Таблиця 2.6

Положення EN 1994 Проектування сталезалізобетонних конструкцій

Позначення	Найменування	Анотація
1	2	3
Положення EN 1994 EUROCODE 4	Залізобетонні комбіновані конструкції. Проектування, розрахунки, параметри Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahl-Beton-Verbundbauten Design of composite steel and concrete structures	Єврокод 4: Проектування сталезалізобетонних конструкцій. EN 1994 EUROCODE 4 застосовується для проектування сталезалізобетонних конструкцій і елементів в області промислового і цивільного будівництва. EN 1994 EUROCODE 4 відповідає принципам і вимогам, що пред'являються до безпеки та експлуатаційної надійності конструкцій, основ їх розрахунку та верифікації, які наведені в EN 1990:2002. EN 1994 EUROCODE 4 визначає тільки ті вимоги, які стосуються міцності, експлуатаційної надійності, довговічності і вогнестійкості сталезалізобетонних конструкцій.
EN 1994-1-1:2004	Єврокод 4: Проектування сталезалізобетонних конструкцій. Частина 1-1: Загальні правила і правила для споруд	Єврокод 4: Проектування сталезалізобетонних конструкцій. Частина 1-1: Загальні правила і правила для споруд / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1994-1-1:2010 (EN 1994-1-1:2004, IDT) // 2012.
EN 1994-1-2:2005	Єврокод 4: Проектування сталезалізобетонних конструкцій. Частина 1-2: Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість	Єврокод 4: Проектування сталезалізобетонних конструкцій. Частина 1-2: Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1994-1-2:2012 (EN 1994-1-2:2005, IDT) // 2012. Стандарт призначений для проектування сталезалізобетонних конструкцій на вплив пожежі і використовується спільно з EN 1994-1-1 та EN 1991-1-2. У частині 1-2 наведені вимоги, відмінні або доповнюють вимоги проектування при нормальних температурах. Стандарт призначений тільки для проектування пасивного протипожежного захисту. Активний протипожежний захист в урахування не береться. Стандарт поширюється на проектування сталезалізобетонних конструкцій, до яких пред'являються наступні вимоги під час пожежі: - попередження передчасного руйнування конструкції (несуча здатність);

Продовження таблиці 2.6

		- обмеження поширення пожежі (полум'я, гарячих газів, надлишкової теплоти) за межі заданої області (ізолююча здатність). Стандарт містить нормативні вимоги та правила застосування до проектування конструкцій (див. EN 1991-1-2), до яких пред'являються вищезазначені вимоги і рівні відповідності. Стандарт поширюється на конструкції або їх частини, прийняті і проєктовані відповідно до EN 1994-1-1. Документ не містить вимог до попереднього напруження сталезалізобетонних конструкцій. Всі види з'єднань сталі й бетону в сталезалізобетонних поперечних перетинах повинні відповідати вимогам EN 1994-1-1 або повинні бути піддані випробуванням до застосування у вогнестійких сталезалізобетонних конструкціях. Використання легких бетонів допустимо тільки в сталезалізобетонних перекриттях. Цей стандарт не поширюється на проектування сталезалізобетонних конструкцій з використанням бетонів класів по міцності нижче C20/25 та LC20/22, а також вище C50/60 і LC50/55. Примітка - Характеристики бетонів з класом по міцності вище C50/60 наведені в розділі 6 EN 1992-1-2. Область застосування зазначених бетонів може бути уточнена в національному додатку. Для інших будівельних матеріалів має бути підтверджено відповідність стандартам на вироби CEN або знаку європейської якості (ETA).
EN 1994-2:2005	Єврокод 4: Проектування сталезалізобетонних конструкцій. Частина 2: Загальні правила і правила для мостів	Єврокод 4: Проектування сталезалізобетонних конструкцій. Частина 2: Загальні правила і правила для мостів / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1994-2:2012 (EN 1994-2:2005, IDT) // 2012. Частина 2 Єврокоду 4 містить правила проектування сталезалізобетонних мостів або їх елементів, а також загальні принципи, представлені в EN 1994-1-1. Дана частина не охоплює в повному обсязі вантові мости. Умови для елементів зсувних з'єднань поширюються тільки на приварні стрижні з головками.

2.6 Положення EN 1995 EUROCODE 5 Проектування дерев'яних конструкцій

Положення EN 1995 EUROCODE 5 Проектування дерев'яних конструкцій приведені в таблиці 2.7

Таблиця 2.7

Положення EN 1995 Проектування дерев'яних конструкцій

Позначення	Найменування	Анотація
1	2	3
Положення EN 1995 EUROCODE 5	Дерев'яні конструкції. Проектування, розрахунки, параметри Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauten Design of timber structures	EN 1995 EUROCODE 5 встановлює вимоги при проектуванні будівель та інженерних споруд з деревини (цілісна деревина, пиляна деревина, стругана чи кругла деревина, фанера, клеєна деревина, що складається з декількох шарів шпону з паралельним розташуванням волокон (LVL)) або деревних плит, з'єднаних між собою механічно або за допомогою клею. Стандарт встановлює принципи і вимоги забезпечення їх безпеки та експлуатаційної придатності, основи проектування та перевірки відповідності згідно EN 1990. EN 1995 EUROCODE 5 встановлює тільки вимоги до несучої здатності, експлуатаційної придатності, довговічності і вогнестійкості дерев'яних конструкцій. Інші вимоги, наприклад до тепло- і звукоізоляції, в цей Стандарт не поширюється. EN 1995 EUROCODE 5 слід застосовувати спільно з: - EN 1990:2002 Єврокод. Основи проектування несучих конструкцій; - EN 1991 Дії на конструкції; - всіма європейськими стандартами по будівельної продукції, що мають відношення до дерев'яних конструкцій; - якщо дерев'яні конструкції зводяться в сейсмічних зонах, EN 1998 Проектування сейсмостійких конструкцій.
EN 1995-1-1:2004	Єврокод 5: Проектування дерев'яних конструкцій. Частина 1-1: Загальні правила і правила для споруд	Єврокод 5: Проектування дерев'яних конструкцій. Частина 1-1: Загальні правила і правила для споруд / Національний стандарт України ДСТУ-НБ EN 1995-1-1:2010 (EN 1995-1-1:2004, IDT) // 2011.

Продовження таблиці 2.7

EN 1995-1-2:2004	Єврокод 5: Проектування дерев'яних конструкцій. Частина 1-2: Загальні положення. Розрахунок конструкцій вогнестійкість на	Єврокод 5: Проектування дерев'яних конструкцій. Частина 1-2: Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1995-1-2:2012 (EN 1995-1-2:2004, IDT) // 2012. Стандарт EN 1995-1-2 поширюється на проектування дерев'яних конструкцій під час пожежі і призначений для застосування спільно з EN 1995-1-1 та EN 1991-1-2:2002. EN 1995-1-2 містить тільки відмінності від проектування при нормальних температурних умовах і доповнення до нього. Стандарт EN 1995-1-2 містить тільки методи пасивної протипожежного захисту. Методи активної протипожежного захисту не розглядаються. Стандарт EN 1995-1-2 застосовується для дерев'яних конструкцій, які під час пожежі повинні виконувати наступні функції: - запобігання передчасного руйнування конструкцій (несуча функція); - обмеження поширення пожежі (полум'я, продуктів горіння, теплового потоку) за кордону встановлених зон (захисна функція). Стандарт EN 1995-1-2 містить принципи і правила застосування при проектуванні конструкцій з урахуванням виконання зазначених раніше функцій при пожежі. Стандарт EN 1995-1-2 застосовується для будівельних конструкцій або частин конструктивних систем, які відносяться до сфери застосування EN 1995-1-1 та проектуються відповідним чином. Наявні в стандарті EN 1995-1-2 методи можуть застосовуватися до всіх виробів, стандарти на які мають посилання на цей документ.
EN 1995-2:2004	Єврокод 5: Проектування дерев'яних конструкцій. Частина 2: Мости	Єврокод 5: Проектування дерев'яних конструкцій. Частина 2: Мости / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1995-2:2012 (EN 1995-2:2004, IDT) // 2012.

2.7 Положення EN 1996 EUROCODE 6 Проектування кам'яних конструкцій

Положення EN 1996 EUROCODE 6 Проектування кам'яних конструкцій приведені в таблиці 2.8

Таблиця 2.8

Положення EN 1996 Проектування кам'яних конструкцій

Позначення	Найменування	Анотація
1	2	3
Положення EN 1996 EUROCODE 6	Кам'яна кладка. Проектування, розрахунки, параметри Entwurf, Berechnung und Bemessung von Mauerwerksbauten Design of masonry structures	EN 1996 EUROCODE 6 розповсюджується на проектування, розрахунок та визначення розрахункових параметрів наземних та інженерних споруд або їх елементів, виготовлених у вигляді неармованої, армованої, попередньо напруженої або кам'яної кладки в об'єкті (кладки з підсиленням). EN 1996 EUROCODE 6 встановлює вимоги до міцності, експлуатаційної придатності та довговічності конструкцій. Вимоги, що висуваються до інших параметрів, наприклад, для теплозахисту та звукоізоляції, в EN 1996 EUROCODE 6 не встановлені. Вимоги по виробництву робіт передбачені в обсязі, необхідні для встановлення вимог до якості використовуваних будівельних матеріалів та елементів конструкцій, а також до якості виконаних робіт у відповідності до проектної документації. EN 1996 EUROCODE 6 не встановлює спеціальних вимог до проектування, розрахунку та визначення розрахункових параметрів конструкцій для сейсмічних зон. Відповідні вимоги встановлені в EN 1998 EUROCODE 8, який доповнює EN 1996 EUROCODE 6 і повністю відповідає йому. В EN 1996 EUROCODE 6 не вказані числові значення, необхідні для розрахунку дій на наземні та інженерні споруди будівельних матеріалів або при врахуванні нових впливів та впливу, допускається застосовувати правила, викладені в стандарті, при необхідності, що застосовуються до цих правил доповнень.
EN 1996-1-1:2005	Єврокод 6: Проектування кам'яних конструкцій. Частина 1-1:	Єврокод 6: Проектування кам'яних конструкцій. Частина 1-1: Загальні правила для армованих та неармованих кам'яних конструкцій /

Продовження таблиці 2.8

	Загальні правила для армованих та неармованих кам'яних конструкцій	Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1996-1-1:2010 (EN 1996-1-1:2005, IDT) // 2011. Частина 1-1 Єврокода 6 встановлює загальні правила проектування, розрахунку та визначення розрахункових параметрів наземних та інженерних споруд з застосуванням неармованої та армованої кам'яної кладки, в яких арматура застосовується для забезпечення жорсткості та міцності, а також для підвищення довговічності. У даній частині також наведено правила проектування, розрахунку та визначення розрахункових параметрів попередньо напруженої кам'яної кладки в обоймі (кладки з підсиленням), але без вказівки правил їх застосування. Ця частина не поширюється на кам'яновугільну кладку з площею поперечного перетину менше 0,04 кв.м. У конструкціях, на які стандарт розповсюджується частково, при новому застосуванні випробуваних у практиці будівельних матеріалів.
EN 1996-1-2:2005	Єврокод 6: Проектування кам'яних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість	Єврокод 6: Проектування кам'яних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1996-1-2:2011 (EN 1996-1-2:2005, IDT) // 2011. Стандарт розповсюджується на проектування кам'яних конструкцій з урахуванням забезпечення їх вогнестійкості та призначен для спільного використання з EN 1996-1-1, EN 1996-2, EN 1996-3 та EN 1991-1-2. Стандарт містить лише відмінності від проектування при нормальній температурі, а також доповнення до нього. Стандарт розглядає тільки методи пасивного протипожежної захисту. Методи активного протипожежного захисту не розглядаються. Стандарт розповсюджується на кам'яні конструкції, які при пожежі повинні виконувати регламентовані функції: - запобігання передчасному руйнуванню конструкції (несуча функція); - обмеження поширення пожеж (полум'я, продуктів горіння, теплового потоку) за межі встановлених зон (огорожуюча функція). Стандарт містить принципи та правила застосування при проектуванні будівельних конструкцій з урахуванням виконання раніше зазначених функцій та умов роботи.

Продовження таблиці 2.8

		Стандарт розповсюджується на конструкції або частини конструктивних систем, які відносяться до областей застосування EN 1996-1-1, EN 1996-2 та EN 1996-3 і проєктовані відповідним чином. Стандарт не поширюється на кам'яні кладки, виконані з будівельних блоків з природних каменів по EN 771-6. Стандарт розповсюджується на наступні конструкції: - ненесучі внутрішні стіни; - ненесучі зовнішні стіни; - несучі внутрішні стіни, як огорожувальні, так і неогорожувальні; - несучі зовнішні стіни, як огорожувальні, так і неогорожувальні.
EN 1996-2:2006	Єврокод 6: Проєктування кам'яних конструкцій. Частина 2: Конструктивний аналіз, вибір матеріалів і виконання кам'яної кладки	Єврокод 6: Проєктування кам'яних конструкцій. Частина 2: Конструктивний аналіз, вибір матеріалів і виконання кам'яної кладки / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1996-2:2012 (EN 1996-2:2006, IDT) // 2011. Стандарт розглядає основні правила вибору матеріалів та виконання кам'яних конструкцій, що відповідають проектно-конструкторським припущенням інших частин Єврокоду 6. Межі застосування стандарту містять аспекти проєктування та виконання кам'яних конструкцій, включаючи: - вибір матеріалів для кладки; - фактори, що впливають на властивості та міцність кладки; - стійкість будинків до проникнення вологи; - зберігання, виготовлення та використання матеріалів на будівельному майданчику; - виконання кам'яних конструкцій; - захист кам'яних конструкцій у процесі виконання. Стандарт не розглядає наступні питання: - аспекти кам'яних конструкцій, розглянуті в інших частинах Єврокоду 6; - естетичні аспекти; - застосовується оброблення; - здоров'я та безпека людей, задіяних у проєктуванні або виконанні кам'яних конструкцій; - вплив будівлі з кам'яних конструкцій, будівельних робіт та елементів конструкцій на навколишнє середовище.

Продовження таблиці 2.8

EN 1996-3:2006	Єврокод 6: Проектування кам'яних конструкцій. Частина 3: Спрощений метод розрахунку неармованих кам'яних конструкцій	Єврокод 6: Проектування кам'яних конструкцій. Частина 3: Спрощений метод розрахунку неармованих кам'яних конструкцій / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1996-3:2012 (EN 1996-3:2006, IDT) // 2011. Стандарт надає спрощені методи розрахунку для проектування наступних стін з неармованих кам'яних конструкцій, що підвержені певним умовам застосування: стіни, що підвержені впливу вертикального навантаження та вітровому навантаженню; стіни, піддані впливу концентрованих навантажень; стіни жорсткості; цокольні стіни, що підвержені впливу горизонтального тиску ґрунтів і вертикальних навантажень; стіни, що підвержені впливу горизонтальному навантаженню при відсутності вертикальних навантажень. Правила, встановлені в стандарті, сопоставіми з правилами, що встановлені в EN 1996-1-1, але вони більш традиційні у відношенні умов та пределів їх застосування Стандарт застосовується тільки до тих же кам'яних конструкцій або їх частин, які розглядаються в EN 1996-1-1 та EN 1996-2. Упрощені методи розрахунку, приведені в стандарті, не розглядають проектування в аварійних ситуаціях.
----------------	--	---

2.8 Положення EN 1997 EUROCODE 7 Геотехнічне проектування

У стандарті EN 1997 EUROCODE 7 Геотехнічне проектування описуються принципи геотехнічного проектування з урахуванням теорії граничних станів. Ці принципи співвідносяться з розрахунками геотехнічних впливів на конструкції (будівлі та споруди) та процесом проектування елементів конструкцій, взаємодіючих з ґрунтом (фундаменти, палі, стіни підвалів та інші).

Положення EN 1997 EUROCODE 7 Геотехнічне проектування приведені в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9

Положення EN 1997 Геотехнічне проектування

Позначення	Найменування	Анотація
1	2	3
Положення EN 1997 EUROCODE 7	Геотехніка. Проектування, розрахунки, параметри Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik Geotechnical design	У стандарті описуються принципи геотехнічного проектування з урахуванням теорії граничних станів. Ці принципи співвідносяться з розрахунками геотехнічних впливів на конструкції (будівлі та споруди) та процесом проектування елементів конструкцій, взаємодіючих з ґрунтом (фундаменти, палі, стіни підвалів та інші)
EN 1997-1:2004	Єврокод 7: Геотехнічне проектування. Частина 1: Загальні правила	Єврокод 7: Геотехнічне проектування. Частина 1: Загальні правила / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1997-1:2010 (EN 1997-1:2004, IDT) // 2011
EN 1997-2:2007	Єврокод 7: Геотехнічне проектування. Частина 2: Дослідження та випробування ґрунту	Єврокод 7: Геотехнічне проектування. Частина 2: Дослідження та випробування ґрунту / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1997-2:2010 (EN 1997-2:2004, IDT) // 2010. У стандарті наведено базові вимоги до обладнання та процедур випробування, уявлення та інтерпретації їх результатів, а також до розрахунку геотехнічних параметрів, використовуваних для проектування. Положення стандарту доповнюють норми EN 1997-1:2004, що забезпечує надійність і економічність геотехнічного проектування.

2.9 Положення EN 1998 EUROCODE 8 Проектування сейсмостійких конструкцій

У стандарті EN 1998 EUROCODE 8 Проектування сейсмостійких конструкцій розглядаються питання проектування, розрахунку параметрів і конструкційних особливостей будівель та споруд, що знаходяться в сейсмонебезпечній зоні.

Положення EN 1998 EUROCODE 8 Проектування сейсмостійких конструкцій приведені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10

Положення EN 1998 Проектування сейсмостійких конструкцій

Позначення	Найменування	Анотація
1	2	3
Положення EN 1998 EUROCODE 8	Проектування сейсмостійких конструкцій Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben Design of structures for earthquake resistance	В даному стандарті розглядаються питання проектування, розрахунку параметрів і конструкційних особливостей будівель та споруд, що знаходяться в сейсмонебезпечній зоні. Мета даного нормативного документа - якомога точніше визначити, що в разі землетрусу: повністю відсутня загроза людського життя, матеріальні збитки зведені до мінімуму, споруди, призначені для захисту населення, знаходяться в повній функціональній готовності. Через стихійність характеру землетрусів і зважаючи на обмеженість коштів боротьби з їх наслідками поставлені цілі захисту можуть бути здійснені лише частково. Ймовірно запропонований в стандарті ряд заходів щодо захисту від землетрусів для різних категорій будівель і споруд залежить від оптимального розподілу засобів захисту і, природно, різниться в залежності від тієї чи іншої держави, від ймовірності загрози виникнення землетрусів і, звичайно, від обсягу економічних ресурсів. Під дію даного стандарту не підпадають споруди спеціального призначення, такі як атомні електростанції, греблі та інші.
EN 1998-1:2004	Єврокод 8: Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 1: Загальні правила, сейсмічні дії, правила щодо споруд	Єврокод 8: Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 1: Загальні правила, сейсмічні дії, правила щодо споруд / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1998-1:2010 (EN 1998-1:2004, IDT) // 2011.
EN 1998-2:2005	Єврокод 8: Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 2: Мости	Єврокод 8: Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 2: Мости / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1998-2:2012 (EN 1998-2:2005, IDT) // 2012.
EN 1998-3:2005	Єврокод 8: Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 3: Оцінка стану та відновлення будівель	Єврокод 8: Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 3: Оцінка стану та відновлення будівель / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1998-3:2012 (EN 1998-3:2005, IDT) // 2012.

Продовження таблиці 2.9			
EN 1998-4:2006	Єврокод 8: Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 4: Силосні башти, резервуари та трубопроводи	Єврокод 8: Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 4: Силосні башти, резервуари та трубопроводи / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1998-4:2012 (EN 1998-4:2006, IDT) // 2012.	
EN 1998-5:2004	Єврокод 8: Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 5: Фундаменти, підпірні конструкції та геотехнічні аспекти	Єврокод 8: Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 5: Фундаменти, підпірні конструкції та геотехнічні аспекти / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1998-5:2012 (EN 1998-5:2004, IDT) // 2012.	
EN 1998-6:2005	Єврокод 8: Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 6: Башти, вежі і димові труби	Єврокод 8: Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 6: Башти, вежі і димові труби / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1998-6:2012 (EN 1998-6:2005, IDT) // 2012.	

2.10 Положення EN 1999 EUROCODE 9 Проектування алюмінієвих конструкцій

Стандарт EN 1999 EUROCODE 9 застосовується для проектування будівель, споруд та несучих конструкцій з алюмінію. Він об'єднує принципи та вимоги з безпеки та придатності щодо експлуатації будівель і споруд, основні положення з проектування та контролю.

В даному стандарті йдеться виключно про вимоги щодо несучої здатності, придатності до використання, довговічності та вогнестійкості алюмінієвих конструкцій.

Положення EN 1999 EUROCODE 9 Проектування алюмінієвих конструкцій приведені в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11

Положення EN 1999 Проектування алюмінієвих конструкцій

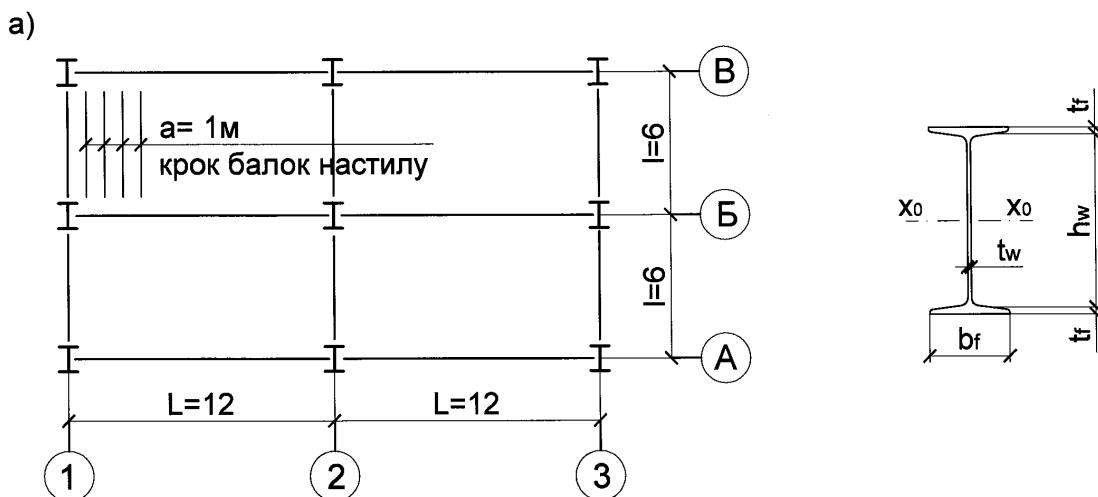
Позначення	Найменування	Анотація
1	2	3
Положення EN 1999 EUROCODE 9	Алюмінієві конструкції. Проектування, розрахунки, параметри Entwurf, Berechnung und Bemessung von Aluminiumkonstruktionen Design of aluminium structures	Стандарт EN 1999 EUROCODE 9 застосовується для проектування будівель, споруд та несучих конструкцій з алюмінію. Він об'єднує принципи та вимоги з безпеки та придатності щодо експлуатації будівель і споруд, основні положення з проектування та контролю. В даному стандарті йдеться виключно про вимоги щодо несучої здатності, придатності до використання, довговічності та вогнестійкості алюмінієвих конструкцій. Такі питання як, наприклад, тепло- і шумоізоляція, в даному документі не розглядаються.
EN 1999-1-1:2007	Єврокод 9: Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-1: Загальні правила для конструкцій	Єврокод 9: Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-1: Загальні правила для конструкцій / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1999-1-1:2010 (EN 1999-1-1:2007, IDT) // 2011.
EN 1999-1-2:2007	Єврокод 9: Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-2: Розрахунок конструкцій на вогнестійкість	Єврокод 9: Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-2: Розрахунок конструкцій на вогнестійкість / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1999-1-2:2010 (EN 1999-1-2:2007, IDT) // 2011.
EN 1999-1-3:2007	Єврокод 9: Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-3: Конструкції чутливі до витривалості	Єврокод 9: Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-3: Конструкції чутливі до витривалості / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1999-1-3:2012 (EN 1999-1-3:2007, IDT) // 2012.
EN 1999-1-4:2007	Єврокод 9: Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-4: Холодноформовані листи	Єврокод 9: Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-4: Холодноформовані листи / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1999-1-4:2012 (EN 1999-1-4:2007, IDT) // 2012.
EN 1999-1-5:2007	Єврокод 9: Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-5: Конструкції оболонки	Єврокод 9: Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-5: Конструкції оболонки / Національний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 1999-1-5:2012 (EN 1999-1-5:2007, IDT) // 2012.

РОЗДІЛ 3. Приклади розрахунку підсилення конструкцій згідно з EN 1993
Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій

Приклад 1. Розрахунок підсилення прокатної балки настилу робочого майданчика

Постановка задачі. Через зміну технологічного процесу під час реконструкції цеха характеристичне значення тривалого (від обладнання) навантаження на робочий майданчик з металевим настилом товщиною $t_l=10\text{мм}$ та розміром комірки $12\times 6\text{м}$ (рис. 3.1) збільшується на 25%, тобто q_0 замість 20кН/м^2 становитиме 25кН/м^2 . Балки настилу виконані з прокатного двотавра №30, головні балки – із широкополичкового двотавра №70Ш1, крок балок настилу $a=1\text{м}$. Матеріал конструкції – С235 згідно ДСТУ EN-10025-2 із розрахунковим опором $f_{yo}=235\text{МПа}$ (фасон).

Під час обстеження конструкцій недопустимих відхилень від проекту, дефектів та пошкоджень не виявлено.



Новий технологічний процес вимагає улаштування монолітної залізобетонної плити товщиною $t_2=60\text{мм}$. Запропоновано існуючий сталевий настил не демонтувати, а використати його як опалубку при бетонуванні плити та включити в роботу плити в якості зовнішнього армування. Навантаження, що діє на майданчик, статичне. Коефіцієнт надійності за призначенням споруди $\gamma_n=0,95$, коефіцієнт умов роботи балок $\gamma_c=1$.

Необхідно підсилити балку настилу.

2. Геометричні характеристики балки настилу. У таблиці 3.1 наведено розміри перерізу балки, яку необхідно підсилити. Балку виконано із двотавра №30. Таблицю 3.1 складено відповідно до таблиці А.1 додатка А.

3. Обґрунтування необхідності підсилення балки настилу. Розрахункову схему балки наведено на рисунку 3.2.

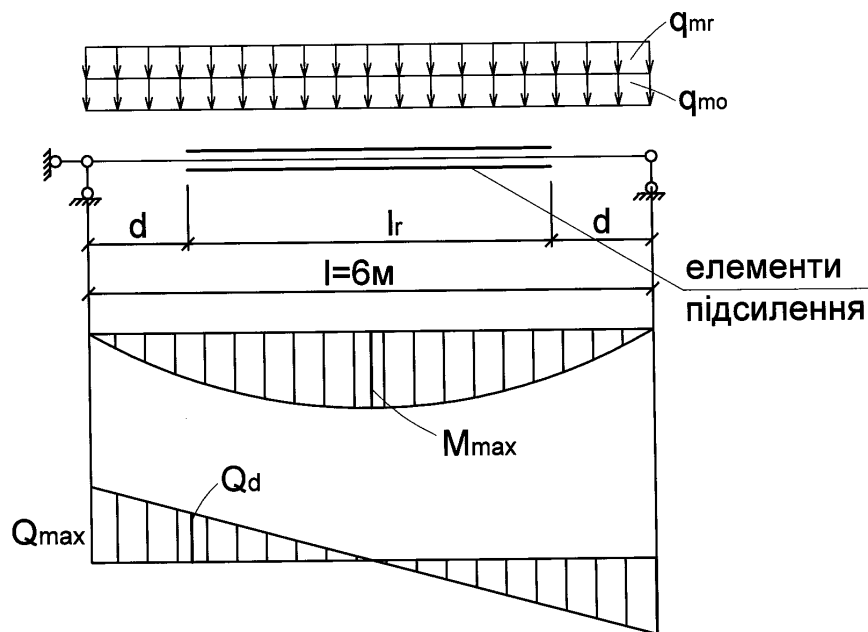


Рисунок 3.2 – Схема підсилення балки та зусилля в ній

Навантаження від власної ваги існуючого сталевого настилу формула (3.1):

$$q_1 = t_1 \cdot \rho_1; \quad (3.1)$$

$$q_1 = 0,01 \cdot 7,85 \cdot 10 = 0,785 \text{ кН} / \text{м}^2.$$

навантаження від власної ваги доданого залізобетонного настилу формула (3.2)

$$q_2 = t_2 \cdot \rho_2; \quad (3.2)$$

$$q_2 = 0,06 \cdot 2,5 \cdot 10 = 1,5 \text{ кН} / \text{м}^2.$$

де ρ_1 і ρ_2 – густина (т/м³) відповідно сталі та залізобетону.

Геометричні характеристики підсилюваного двотавра приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Геометричні характеристики підсилюваного двотавра

№ з/п	Позначення	Формула	Од.вим.	Значення
1	h	сортамент	см	30
2	b_f	сортамент	см	13,5
3	t_f	сортамент	см	1,02
4	t_w	сортамент	см	0,65
5	h_w	$h - 2t_f$	см	27,96
6	A_f	$b_f t_f$	см ²	13,77
7	A_w	$t_w h_w$	см ²	18,17
8	A_0	сортамент	см ²	46,5
9	W_{xo}	сортамент	см ³	472
10	I_{xo}	сортамент	см ⁴	7080
11	y_o	$\frac{\frac{A_w}{2} \left(\frac{h_w}{4} + t_f \right) + A_f \frac{t_f}{2}}{\frac{A_w}{2} + A_f}$	см	3,48
12	m	сортамент	кг/м	36,5

Граничне розрахункове значення навантаження на балку настилу:

$$q_m = \left(q_1 \cdot \gamma_{fm1} + q_2 \cdot \gamma_{fm2} + q_0 \cdot \gamma_{fm3} \right) \cdot a \cdot \gamma_n; \quad (3.3)$$

$$q_m = (0,785 \cdot 1,05 + 1,5 \cdot 1,3 + 25 \cdot 1,2) \cdot 1 \cdot 0,95 = 31,14 \text{ кН / м}$$

Згинальний момент у балці формула (3.4):

$$M_{\max} = \frac{q_m \cdot l^2}{8}; \quad (3.4)$$

$$M_{\max} = \frac{31,14 \cdot 6^2}{8} = 140,13 \text{ кНм}$$

Перевірку міцності балки настилу виконують за формулою (3.5):

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{c_x \cdot W_{xo}} \leq f_{yo} \cdot \gamma_c, \quad (3.5)$$

де $W_{xo}=472\text{см}^3$ – момент опору перерізу (таблиця 3.1);

$c_x=1,12$ – коефіцієнт, який враховує пластичну роботу матеріалу.

$$\sigma_{\max} = \frac{140,13 \cdot 100}{1,12 \cdot 472} = 26,5 \text{ кН / см}^2;$$

$$f_{yo} \cdot \gamma_c = 23,5 \cdot 1 = 23,5 \text{ кН / см}^2;$$

$$26,5 \text{ кН/см}^2 > 23,5 \text{ кН/см}^2.$$

Умова міцності не виконується. Необхідне підсилення балки, яке виконаємо методом збільшення перерізу.

4. Навантаження, що діють на балку до та після підсилення. Підсилення балки будемо проводити при частковому розвантаженні – за відсутності змінного тривалого навантаження на перекриття (обладнання). Монолітну залізобетонну плиту улаштовують після підсилення балок. Навантаження, що діють на момент

підсилення, буде складатись із власної ваги сталевго настилу та власної ваги самих балок настилу. Лінійна густина двотавру №30 $m=36,5\text{кг/м}=0,365\text{кН/м}$ (таблиця 3.1).

Граничне розрахункове значення навантаження на балку настилу на момент підсилення:

$$q_{mo} = q_1 \cdot a \cdot \gamma_{fm1} \cdot \gamma_n + m \cdot \gamma_{fm1} \cdot \gamma_n; \quad (3.7)$$

$$q_{mo} = 0,785 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 0,95 + 0,365 \cdot 1,05 \cdot 0,95 = 1,15 \text{кН / м}.$$

Граничне розрахункове навантаження на балку, що прикладається після підсилення:

$$q_{mr} = \left(q_2 \cdot \gamma_{fm2} + q_0 \cdot \gamma_{fm3} \right) \alpha \cdot \gamma_n; \quad (3.8)$$

$$q_{mr} = (1,5 \cdot 1,3 + 25 \cdot 1,2) \cdot 1 \cdot 0,95 = 30,35 \text{кН / м}.$$

Для розрахунку балок за деформаціями визначаємо експлуатаційне значення розрахункових навантажень, що діють на балку до та після підсилення:

$$q_{eo} = q_1 \cdot a \cdot \gamma_{fe1} \cdot \gamma_n + m \cdot \gamma_{fe1} \cdot \gamma_n; \quad (3.9)$$

$$q_{eo} = 0,785 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 + 0,365 \cdot 1 \cdot 0,95 = 1,09 \text{кН / м}.$$

$$q_{er} = \left(q_2 \cdot \gamma_{fe2} + q_0 \cdot \gamma_{fe3} \right) \alpha \cdot \gamma_n; \quad (3.10)$$

$$q_{er} = (1,5 \cdot 1 + 25 \cdot 1) \cdot 1 \cdot 0,95 = 26,44 \text{кН / м}.$$

5. Схема підсилення балок, матеріал для елементів підсилення. Для підсилення балки настилу робочого майданчика використаємо схему, що наведена на рис. 3.3. Для підсилення стисненої верхньої зони перерізу балки

використовуються два кутники $b_{xt}=50 \times 5 \text{ мм}$, для підсилення розтягнутої зони – лист $b_{xt}=150 \times 8 \text{ мм}$.

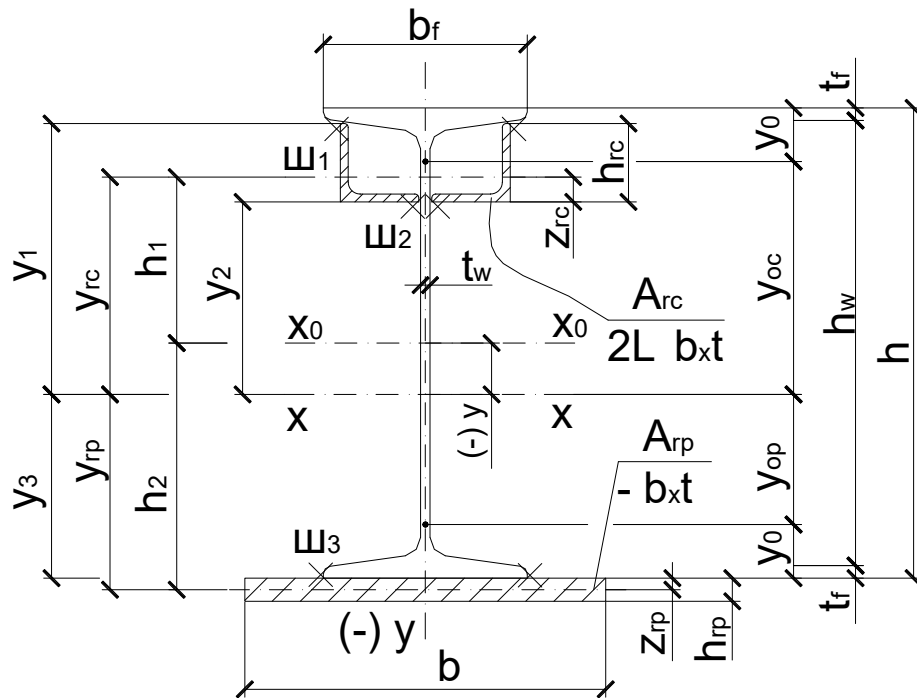


Рисунок 3.3 – Схема підсилення балки

Довжина елементів підсилення l_r складає приблизно $(2/3)l$, де $l=6 \text{ м}$ – прольот балки (рис. 3.2), $l_r=(2/3) \cdot 6=4 \text{ м}$. Відстань від опори до початку елементів підсилення $d=(l-l_r)/2=1 \text{ м}$.

Елементи підсилення проектуємо із сталі марки С245 із розрахунковим опором $f_{yr}=240 \text{ МПа}$.

Коефіцієнт α визначаємо за формулою (3.11):

$$\alpha = \frac{f_{yr}}{f_{yo}}; \quad (3.11)$$

$$\alpha = 240/235 = 1,02.$$

Геометричні характеристики елементів підсилення та підсиленого перерізу балки наведено в таблиці 3.2, яку складено відповідно до табл. А.2 додатка А.

6. Зусилля в балці до та після підсилення. Епюри згинальних моментів та поперечних сил у балці на двох опорах наведені на рисунку 3.2.

Максимальні моменти у балці до та після підсилення від граничних значень навантажень визначаються за формулами 3.12 – 3.14:

$$M_0 = \frac{q_{mo} \cdot l^2}{8}, \quad (3.12)$$

$$M_r = \frac{q_{mr} \cdot l^2}{8}, \quad (3.13)$$

$$M_0 = \frac{1,15 \cdot 6^2}{8} = 5,18 \text{ кНм};$$

$$M_r = \frac{30,35 \cdot 6^2}{8} = 136,58 \text{ кНм};$$

Повний момент у балці:

$$M = M_o + M_r; \quad (3.14)$$

$$M = 5,18 + 136,58 = 141,76 \text{ кНм}.$$

Максимальна поперечна сила в підсиленому перерізі балки, визначається за формулою (3.15):

$$Q_d = (q_{mo} + q_{mr}) \left(\frac{l}{2} - d \right); \quad (3.15)$$

$$Q_d = (1,15 + 30,35) \cdot (6/2 - 1) = 63,0 \text{ кН}.$$

7. Напруження в балці та коефіцієнти, які характеризують їх рівень до та після підсилення. Визначаємо максимальні нормальні напруження в балці до підсилення за формулою (3.16):

$$\sigma_0 = \frac{M_0}{W_{x0}}; \quad (3.16)$$

$$\sigma_0 = \frac{5,18 \cdot 100}{472} = 1,10 \text{ кН / см}^2.$$

і значення коефіцієнта β_0 , що характеризує рівень напруженості конструкції до підсилення та визначається за формулою (3.17):

$$\beta_0 = \frac{\sigma_0}{f_{y0}}; \quad (3.17)$$

$$\beta_0 = \frac{1,10}{23,5} = 0,046.$$

За формулою (3.18) визначаємо максимальні дотичні напруження в підсиленому перерізі балки:

$$\tau_d = \frac{1,5 Q_d}{t_w \cdot h_w} \quad (3.18)$$

$$\tau_d = \frac{1,5 \cdot 63,0}{0,65 \cdot 27,96} = 5,20 \text{ кН / см}^2,$$

де $t_w=0,65\text{см}$ і $h_w=27,96\text{см}$ – відповідно товщина та висота стінки балки (таблиця 3.1).

За формулою (3.19) визначаємо значення коефіцієнта η :

$$\eta = \frac{\tau_d}{R_{s,0}}; \quad (3.19)$$

$$\eta = \frac{5,2}{0,58 \cdot 23,5} = 0,38.$$

Оскільки $\eta < 0,4$ коефіцієнт $c\tau=1$.

8. Перевірка міцності підсиленої балки. Залежно від умов експлуатації та допустимості пластичних деформацій конструкція, що підсилюється, – прокатна балка робочого майданчика – належить до IV класу. Пластичні деформації враховуються відповідно до критерія розвинених пластичних деформацій (РПД). Пластичну роботу враховують коефіцієнтом γ_M . У нашому випадку $A_{rp} > A_{rc}$, значення коефіцієнта обчислюється за формулою (3.20):

$$\gamma_M = 0,95 - 0,1(\alpha + \beta_0 - 1); \quad (3.20)$$

$$\gamma_M = 0,95 - 0,1(1,02 + 0,046 - 1) = 0,943.$$

Перевірку міцності підсиленої балки виконують за формулою (3.21):

$$M \leq [M] \cdot c_\tau \cdot \gamma_c; \quad (3.21)$$

де $M=141,76 \text{ кНм}$, $c_\tau=1$, $\gamma_c=1$.

$$[M] = \left(A_{oc} \cdot y_{oc} + A_{op} \cdot y_{op} + \alpha \cdot \left(A_{rc} \cdot y_{rc} + A_{rp} \cdot y_{rp} \right) \right); \quad (3.22)$$

$$[M] = (24,474 \cdot 12,32 + 22,026 \cdot 10,72 + 1,02(9,6 \cdot 9,6 + 12 \cdot 16,2)) \cdot 23,5 \cdot 0,943 = 18430,7 \text{ кНсм} = 184,31 \text{ кНм}$$

Остаточнo маємо:

$$141,76 \text{ кНм} < 184,31 \text{ кНм}.$$

Умова міцності виконується.

9. Розрахунок зварних швів, які прикріплюють елементи підсилення. Приварювання елементів підсилення рекомендується виконувати переривчастими (шпонковими) швами. Катети швів приймаємо мінімальними (таблиця Б.3 додаток Б). При товщині зварюваних елементів 5...10 мм приймаємо катет швів $k_f=5 \text{ мм}$.

Відстань між шпонками у стисненій зоні балки:

$$a_{wc} = 40i_{rc}; \quad (3.23)$$

$$a_{wc} = 40i_{rc} = 40 \cdot 1,42 = 56,80 \text{ см}$$

Приймаємо $a_{wc}=50$ см. Радіус інерції i_{rc} та статичний момент S_{rc} елементів підсилення, розміщених у стисненій зоні наведені в таблиці 3.2.

Зсувна сила у зварних швах стисненої зони:

$$T_{rc} = \frac{Q_d \cdot S_r}{I_{xn}} \cdot a_w; \quad (3.24)$$

$$T_{rc} = \frac{63 \cdot 107,5}{11166,82} \cdot 50 = 30,3 \text{ кН}.$$

Максимальну довжину безперервної ділянки зварювального шва (шпонки) визначають за формулою (3.25):

$$l_{wc} = \frac{T}{n \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см}, \quad (3.25)$$

де n – число швів, які приварюють елементи підсилення; $n=4$ для елементів підсилення з площею A_{rc} і $n=2$ для елементів підсилення з площею A_{rp} (рисунок 3.3); k_f – катет шва, який рекомендується приймати мінімальним (таблиця Б.3 додаток Б); β_f – коефіцієнт глибини провару; для ручного зварювання $\beta_f=0,7$; R_{wf} – розрахунковий опір металу шва, приймається залежно від типу електрода (таблиця Б.2 додаток Б).

$$l_{wc} = \frac{30,3}{4 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 2,2 \text{ см}.$$

Приймаємо довжину шпонкового шва $l_{wc}=50$ мм.

Умовна осьова сила:

$$N_{fic} = 0,5 \cdot A_{rc} \cdot R_{yr}; \quad (3.26)$$

$$N_{fic} = 0,5 \cdot 9,6 \cdot 24 = 115,2 \text{ кН}.$$

Довжину кінцевих ділянок шпонкових швів визначають за формулою (3.27):

$$l_{wk} = \frac{(T + N_{fic})}{n \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см}, \quad (3.27)$$

$$l_{wk} = \frac{26 + 115,2}{4 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 6,6 \text{ см}.$$

Приймаємо довжину кінцевої ділянки шва $l_{wk} = 70 \text{ мм}$.

Відстань між шпонками у розтягненій зоні:

$$a_{wp} = 80 \cdot i_{rp}; \quad (3.28)$$

$$a_{wp} = 80 \cdot 0,23 = 18,4 \text{ см}.$$

Приймаємо $a_{wp} = 18 \text{ см}$. Радіус інерції i_{rp} та статичний момент S_{rp} елементів підсилення, розміщених у розтягненій зоні наведені в таблиці 3.2.

Зсувна сила в зварних швах розтягнутої зони:

$$T_{rp} = \frac{Q_d \cdot S_{rp}}{I_{xn}} \cdot a_{wp}; \quad (3.29)$$

$$T_{rp} = \frac{63 \cdot 175,2}{11166,82} \cdot 18 = 17,8 \text{ кН}.$$

Довжина ділянки шва (шпонки):

$$l_{wp} = \frac{T_{rp}}{n \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см} \quad (3.30)$$

$$l_{wp} = \frac{17,8}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 2,6 \text{ см}.$$

Приймаємо довжину шпонкового шва $l_{wp} = 50 \text{ мм}$.

Умовна осьова сила:

$$N_{fic} = 0,5 \cdot A_{rp} \cdot R_{yr}; \quad (3.31)$$

$$N_{fic} = 0,5 \cdot A_{rp} \cdot R_{yr} = 0,5 \cdot 12 \cdot 24 = 144 \text{ кН}.$$

Довжина кінцевої ділянки шва:

$$l_{wpl} = \frac{T_{rp} + N_{fic}}{n \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см}; \quad (3.32)$$

$$l_{wpl} = \frac{17,8 + 144}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 14 \text{ см}.$$

10. Прогин балки від навантаження, що діє до та після підсилення. Оскільки при натурному обстеженні балок початковий прогин не виявлено, деформації балок від навантаження, що діяло до підсилення, визначається за формулою (3.33):

$$f_0 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{e0} \cdot l^4}{E \cdot I_{x0}}; \quad (3.33)$$

$$f_0 = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,09 \cdot 10^{-2} \cdot 6^4 \cdot 10^8}{2,1 \cdot 10^4 \cdot 7080} = 0,12 \text{ см}.$$

де q_{e0} – експлуатаційне розрахункове значення навантаження до підсилення;
 $E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ кН/см}^2$ – модуль пружності сталі; I_{x0} – момент інерції двотавра, що підсилюється (рисунок 3.1).

Прогин балки від навантаження, прикладеного після підсилення визначається за формулою (3.34):

$$f_g = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{er} \cdot l^4}{E \cdot I_{xn}}; \quad (3.34)$$

$$f_g = \frac{5}{384} \cdot \frac{26,44 \cdot 10^{-2} \cdot 6^4 \cdot 10^8}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 11166,82} = 1,9 \text{ см}.$$

де q_{er} – експлуатаційне значення навантаження, що діє після підсилення;
 I_{xn} – момент інерції підсиленого перерізу балки (таблиця 3.2).

12. Прогин балки від приварювання елементів підсилення. Значення цього прогину визначається за формулою (3.35):

$$f_w = C \sum n_i \cdot y_i \cdot \alpha_i. \quad (3.35)$$

Параметр повздовжнього скорочення елементів від накладання шва:

$$V = 0,04 \cdot k_f^2; \quad (3.36)$$

$$V = 0,04 \cdot 0,5^2 = 0,01;$$

де $k_f=5\text{мм}$ – прийнятий катет кутового шва.

Коефіцієнт C визначається за формулою (3.37):

$$C = \frac{l_r(2l - l_r) \cdot V}{8 \cdot I_{xn}}, \quad (3.37)$$

де l – довжина балки; l_r – довжина елементів підсилення (рисунок 3.1);

V – параметр повздовжнього зменшення елемента від накладання шва.

$$C = \frac{400(2 \cdot 600 - 400) \cdot 0,01}{8 \cdot 11166,82} = 0,0358.$$

Значення коефіцієнта α для швів, які прикріплюють елементи підсилення в стисненій зоні по формулі (3.38):

$$\alpha_c = \frac{l_{wc}}{a_{wc}}; \quad (3.38)$$

$$\alpha_c = \frac{5}{50} = 0,1.$$

Теж саме для швів у розтягненій зоні по формулі (3.39):

$$\alpha_p = \frac{l_{wp}}{a_{wp}}; \quad (3.39)$$

$$\alpha_p = \frac{5}{18} = 0,28.$$

Значення m_i та u_i наведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Геометричні характеристики елементів підсилення та підсиленого перерізу
балки

№ з/п	Позна-чення	Обчислення	Од. вим.	Значення
1	Arc	$2A_{y2} = 2 \cdot 4,8$	см ²	9,6
2	Arp	$b \cdot t = 15 \cdot 0,8$	см ²	12,0
3	hrc	$B_{y2} = 5$	см	5
4	hrp	$t = 0,8$	см	0,8
5	zrc	$z_{0y2} = 1,42$	см	1,42
6	zrp	$\frac{t}{2} = \frac{0,8}{2}$	см	0,4
7	Irc	$2I_{xy2} = 2 \cdot 11,2$	см ⁴	22,4
8	Irp	$\frac{bt^3}{12} = \frac{15 \cdot 0,8^3}{12}$	см ⁴	0,64
9	irc	$i_{rc} = 1,42$	см	1,42
10	irp	$\sqrt{\frac{I_{rp}}{A_{rp}}} = \sqrt{\frac{0,64}{12}}$	см	0,23
11	h1	$\frac{h_w}{2} - h_{rc} + z_{rc} = \frac{27,96}{2} - 5 + 1,42$	см	10,4
12	h2	$\frac{h}{2} + z_{rp} = \frac{30}{2} + 0,4$	см	15,4
13	y	$\frac{9,6 \cdot 12,4 - 12 \cdot 15,4}{46,5 + 9,6 + 12}$	см	0,8
14	yrc	$h_1 + y = 10,4 + 0,8$	см	11,2
15	yrp	$h_2 - y = 15,4 - 0,8$	см	14,6
16	yoc	$\frac{h}{2} - y_0 + y = \frac{30}{2} - 3,48 + 0,8$	см	12,32
17	yop	$\frac{h}{2} - y_0 - y = \frac{30}{2} - 3,48 - 0,8$	см	10,72

Продовження таблиці 3.2

18	Aoc	$0,5(46,5 - 1,02(9,6 - 12))$	см ²	24,474
19	Aop	$0,5(46,5 + 1,02(9,6 - 12))$	см ²	22,026
20	Src	$A_{rc} \cdot y_{rc} = 9,6 \cdot 11,2$	см ³	107,5
21	Srp	$A_{rp} \cdot y_{rp} = 12,0 \cdot 14,6$	см ³	175,2
22	Ixn	$I_{x0} + A_0 \cdot y^2 + I_{rc} + A_{rc} \cdot y_{rc}^2 + I_{rp} + A_{rp} \cdot y_{rp}^2 =$ $7080 + 46,5 \cdot 0,8^2 + 22,4 + 9,6 \cdot 9,6^2 + 0,64 + 12 \cdot 16,2^2$	см ⁴	11166,82
23	y1	$y_{rc} + h_{rc} - z_{rc} = 11,2 + 5 - 1,42$	см	14,78
24	y2	$y_{rc} - z_{rc} = 11,2 - 1,42$	см	9,78
25	y3	$y_{rp} - z_{rp} = 14,6 - 0,4$	см	14,2
26	ξ1	$\frac{M_0 \cdot y_1}{I_{x0} \cdot R_{y0}} = \frac{3,69 \cdot 100 \cdot 14,78}{7080 \cdot 23,5}$	—	0,033
27	ξ2	$\frac{M_0 \cdot y_2}{I_{x0} \cdot R_{y0}} = \frac{3,69 \cdot 100 \cdot 9,78}{7080 \cdot 23,5}$	—	0,022
28	ξ3	$\frac{M_0 \cdot y_3}{I_{x0} \cdot R_{y0}} = \frac{3,69 \cdot 100 \cdot 14,2}{7080 \cdot 23,5}$	—	0,032
29	n1	$1 - \frac{1 \cdot \ln(1 - \xi_1)}{\ln 2} = 1 - \frac{1 \cdot \ln(1 - 0,033)}{\ln 2}$	—	1,048
30	n2	$1 - \frac{1 \cdot \ln(1 - \xi_2)}{\ln 2} = 1 - \frac{1 \cdot \ln(1 - 0,022)}{\ln 2}$	—	1,032
31	n3	$1 - \frac{1 \cdot \ln(1 - \xi_3)}{\ln 2} = 1 - \frac{1 \cdot \ln(1 - 0,032)}{\ln 2}$	—	1,047

Прогин від приварювання елементів підсилення за формулою (3.35):

$$f_w = C \sum n_i \cdot y_i \cdot \alpha_i$$

$$f_w = 0,0358 \cdot (2 \cdot 1,048 \cdot 14,78 \cdot 0,1 + 2 \cdot 1,032 \cdot 9,78 \cdot 0,1 - 2 \cdot 1,047 \cdot 14,2 \cdot 0,28) = -0,11$$

Прогин від приварювання елементів підсилення виявився протилежного знака відносно до прогинів від дії навантажень.

13. Перевірка жорсткості підсиленої балки. Сумарний прогин визначається за формулою (3.40):

$$f = f_0 + f_g + f_w ; \quad (3.40)$$

$$f = 0,12 + 1,9 - 0,11 = 1,91 \text{ см}.$$

Жорсткість балки перевіряється за формулою (3.41):

$$\frac{f}{l} \leq \left[\frac{f}{l} \right]; \quad (3.41)$$

$$\frac{f}{l} = \frac{1,91}{600} = 0,00317.$$

Граничний відносний прогин $[f/l]$ для балки настилу становить $1/250=0,004$. Відносний прогин балки менший за граничний; отже, умова міцності виконується.

Приклад 2. Розрахунок кроквяної ферм

1. Постановка задачі. За нормами [1] снігове навантаження на покриття будівель збільшилося. Схему сталеві ферми наведено на рис. 3.4.

Матеріал конструкції — сталь марки ВСт3пс6-1 з розрахунковим опором $f_{y0}=240\text{МПа}$. Ферма виконана із парних кутників. На ферму діє постійне навантаження та навантаження від ваги снігового покриву.

Під час обстеження не виявлено недопустимих відхилень від проекту, дефектів та пошкоджень.

Статичний розрахунок ферми показав, що зусилля у верхньому поясі ферми від дії постійного навантаження $N_1=560\text{кН}$, від розрахункового снігового навантаження відповідно до діючих норм [1] $N_2=152\text{кН}$.

Верхній пояс ферми виконано із двох рівнополічкових кутників 125х9мм; товщина фасонки $t=10\text{мм}$. Коефіцієнт умови роботи стержня $\gamma_c = 0,95$.

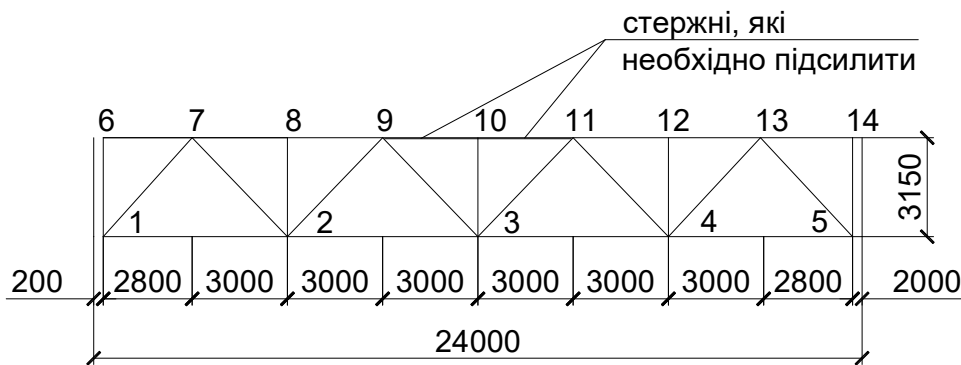


Рисунок 3.4 – Схема крокв'яної ферми

Необхідно підсилити середні панелі верхнього пояса.

2. Геометричні характеристики перерізу, який підсилюється. Переріз верхнього пояса — два кутники $B_{0 \times t_0} = 125 \times 9 \text{ мм}$. Розміри перерізу та його геометричні характеристики наведені в табл. 3.3, яку складено відповідно до табл. В.1, додаток В.

3. Обґрунтування необхідності підсилення стрижня. У табл. 3.4 наведено перевірку стійкості стрижня від сумарного зусилля, яке складається із зусилля від постійного навантаження та зусилля від снігового навантаження за чинними нормами $N = 560 + 152 = 712 \text{ кН}$.

Перевірка виконується за формулою (3.42):

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A_0} \leq f_y \gamma_c. \quad (3.42)$$

Із таблиці видно, що напруження в стрижні $\sigma = 23,45 \text{ кН/см}^2$ більше за добуток $f_y \gamma_c = 22,8 \text{ кН/см}^2$.

Значення коефіцієнта $\gamma_c = 0,95$ (см. табл. Б.5, додаток Б).

$$23,45 \text{ кН/см}^2 > 22,8 \text{ кН/см}^2.$$

Стрижень потребує підсилення.

Таблиця 3.3

Розміри та геометричні характеристики стрижня 9-10 верхнього пояса, його гнучкості до підсилення

№ з/п	Позначення	Обчислення	Од. вим.	Значен- ня
1	h_0	сортамент	см	12,5
2	t_0	сортамент	см	0,9
3	z_{00}	сортамент	см	3,4
4	t_l	за призначенням	см	1,0
5	x_0	$1/2 + 3,4$	см	3,9
6	A_0	$2 \cdot A = 2 \cdot 22$	см ²	44
7	I_{x0}	$2 \cdot I_0 = 2 \cdot 327$	см ⁴	654
8	i_{x0}	сортамент	см	3,8
9	i_{y0}	сортамент	см	5,48
10	W_{01}	$\frac{I_{x0}}{z_{00}} = \frac{654}{3,4}$	см ³	192
11	W_{02}	$\frac{I_{x0}}{h_0 - z_{00}} = \frac{654}{12,5 - 3,4}$	см ³	71,9
12	ρ_{01}	$\frac{W_{01}}{A_0} = \frac{192}{44}$	см	4,36
13	ρ_{02}	$\frac{W_{02}}{A_0} = \frac{71,9}{44}$	см	1,63
14	l_{efx}	$l_0 \cdot \mu_1 = 300 \cdot 1$	см	300
15	l_{efy}	$l_0 \cdot \mu_2 = 300 \cdot 1$	см	300
16	λ_x	$\frac{l_{efx}}{i_{x0}} = \frac{300}{3,8}$	—	79
17	λ_y	$\frac{l_{efy}}{i_{y0}} = \frac{300}{5,48}$	—	54,7
18	φ_0	Додаток 7 [4], $\lambda=79, f_{y0}=240\text{МПа}$	—	0,69

Таблиця 3.4

Перевірка стійкості стрижня

Зусилля, кН	Пере- різ	A_0 см ²	$\frac{l_{efx}}{l_{efy}}$	$\frac{i_{x0}}{i_{y0}}$	$\frac{\lambda_{x0}}{\lambda_{y0}}$	λ_u	φ	γ_c	σ , кН/см ²	$f_y \gamma_c$, кН/см ²
712	2┐ 125x9	44	$\frac{300}{300}$	$\frac{3,86}{5,48}$	$\frac{79}{54,7}$	120	0,69	0,95	23,45	22,8

4. Вибір режиму підсилення. Підсилення стрижнів будемо виконувати при частковому розвантаженні — за відсутності снігового навантаження. Тоді початкове (на момент підсилення) зусилля в стрижні $N_r=152\text{кН}$. Повне навантаження $N=712\text{кН}$.

5. Визначення початкових напружень в стрижні. Початкові напруження визначаються від зусилля N_0 , при цьому враховують випадковий ексцентриситет e_0 та початковий прогин f_0 , які можливі як у додатному (вгору), так і у від'ємному (вниз) напрямках (рис. 3.5). Обчислення початкових напружень σ_{01} та σ_{02} відповідно у точках 1 і 2 перерізу наведені у табл. 3.5.

Отримані напруження у крайніх фібрах основного перерізу не перевищують значення $f_y \gamma_c$, що дорівнює $24 \cdot 1 = 24\text{кН/см}^2$.

Коефіцієнт $\beta_0 < 0,8$, отже додаткове розвантаження елементів перед підсиленням не потрібне.

6. Перевірка стійкості стрижня перед підсиленням.

$$\sigma = \frac{N_0}{\varphi_0 A_0} \leq f_y \gamma_c; \quad (3.43)$$

$$\sigma = \frac{560}{0,69 \cdot 44} = 18,12\text{кН/см}^2 < 24 \cdot 0,95 = 22,8\text{кН/см}^2.$$

Стійкість стрижня на момент підсилення забезпечена.

7. Вибір схеми підсилення стержня, матеріалу для елементів підсилення.

Для підсилення стисненого верхнього пояса приймаємо схему В.1.1 із використанням двох кутників $B \times t = 90 \times 7\text{мм}$. Елементи підсилення проектуємо із сталі марки С255 з розрахунковим опором $f_{yr} = 250\text{МПа}$ (табл. Б.1, додаток Б).

Коефіцієнт $\alpha = f_{yr}/f_{y0} = 250/240 = 1,04$. Оскільки $\alpha = 1,04 < 1,15$, то розрахунковий опір $f_{y,ef}$, який використовують у розрахунках підсилених стержнів, приймається рівним f_{y0} , тобто $f_{y,ef} = f_{y0} = 240 \text{ МПа}$.

Таблиця 3.5

Початкові напруження у перерізі

№ з/п	Позначення	Обчислення	Од. вим.	Значення
1	m_0	графік рис. В.1 додаток В $\lambda_x = 79$	—	0,13
2	e_{01}	$m_0 \rho_{01} = 0,13 \cdot 4,36$	см	0,57
3	e_{02}	$m_0 \rho_{02} = 0,13 \cdot 1,63$	см	-0,21
4	N_{0e}	$\frac{\pi^2 EI_{x0}}{l_{efx}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^4 \cdot 654}{300^2}$	кН	1505
5	f_{01}	$\frac{N_0 \cdot e_{01}}{N_{0e} - N_0} = \frac{560 \cdot 0,57}{1505 - 560}$	см	0,34
6	f_{02}	$\frac{N_0 \cdot e_{02}}{N_{0e} - N_0} = \frac{560 \cdot 0,21}{1505 - 560}$	см	-0,12
7	σ_{01}	$\frac{N_0}{A_0} + \frac{N_0(e_{01} + f_{01})}{W_{01}} = \frac{560}{44} + \frac{560(0,57 + 0,34)}{192}$	кН/см ²	15,38
8	σ_{02}	$\frac{N_0}{A_0} + \frac{N_0(e_{02} + f_{02})}{W_{02}} = \frac{560}{44} + \frac{560(0,21 + 0,12)}{71,9}$	кН/см ²	15,29
9		$f_{y0} \cdot \gamma_c = 24 \cdot 1$	кН/см ²	24
10	β_0	$\sigma_{\max} / f_{y0} = 15,38 / 24$	—	0,64

8. Геометричні характеристики підсиленого перерізу. У табл. 3.6 наведені геометричні підсиленого перерізу стержня та його гнучкості. Таблицю складено відповідно до табл. В.1.1 додатка В.

Таблиця 3.6

Геометричні характеристики підсиленого перерізу стержня

№ з/п	Позначення	Обчислення	Од. вим.	Значення
1	h_r	сортамент	см	9,0
2	t_r	сортамент	см	0,7
3	z_{0r}	сортамент	см	2,47
4	A	сортамент	см ²	12,3
5	I_x	сортамент	см ⁴	94,3
6	i_{xr}	сортамент	см	2,77
7	A_r	$2A = 2 \cdot 12,3$	см ²	24,6
8	I_{xr}	$2I_x = 2 \cdot 94,3$	см ⁴	188,6
9	A_n	$A_0 + A_r = 44 + 24,6$	см ²	68,6
10	y_0	$\frac{A_r(z_{00} + z_{0r})}{A_n} = \frac{24,6(3,4 + 2,47)}{68,6}$	см	2,1
11	y_r	$z_{00} + z_{0r} - y_0 = 3,4 + 2,47 - 2,1$	см	3,77
12	I_{xn}	$I_{x0} + A_0 \cdot y_0^2 + I_{xr} + A_r \cdot y_r^2 =$ $= 654 + 44 \cdot 2,1^2 + 188,6 + 24,6 \cdot 3,77^2$	см ⁴	1478,34
13	x_l	призначається	см	2,0
14	x_r	$x_1 + h_r - z_{0r} = 2 + 9 - 2,74$	см	8,26
15	x_0	$z_{00} + t_1/2 = 3,4 + 0,5$	см	3,9
16	I_{yn}	$I_{x0} + A_0 \cdot x_0^2 + I_{xr} + A_r \cdot x_r^2 =$ $= 654 + 44 \cdot 3,9^2 + 188,6 + 24,6 \cdot 8,26^2$	см ⁴	3295,64
17	y_l	$z_{00} - y_0 = 3,4 - 2,1$	см	1,3
18	h_l	$h_r + y_1 = 9 + 1,3$	см	10,3
19	h_2	$h_0 - y_1 = 12,5 - 1,3$	см	11,2
20	W_{n1}	$I_{xn}/h_1 = 1478,34/10,3$	см ³	143,5
21	W_{n2}	$I_{xn}/h_2 = 1478,34/11,2$	см ³	132
22	ρ_{n1}	$W_{n1}/A_n = 143,5/68,6$	см	2,09
23	ρ_{n2}	$W_{n2}/A_n = 132/68,6$	см	1,92
24	i_{xn}	$\sqrt{I_{xn}/A_n} = \sqrt{1478,34/68,6}$	см	4,64

25	i_{yn}	$\sqrt{I_{yn}/A_n} = \sqrt{3295,64/68,6}$	см	6,93
26	λ_{xn}	$l_{efx}/i_{xn} = 300/4,64$	—	64,7

Продовження таблиці 3.6

27	λ_{yn}	$l_{efy}/i_{yn} = 300/6,93$	—	43,3
28	φ_n	Додаток 7 [4], $\lambda=64,7, f_{y,ef}=240\text{МПа}$	—	0,783

9. Розрахунок приєднання елементів підсилення до основного стержня. Для зварювання використовують електроди Е42. При ручному зварюванні небезпечною є площа $f\cdot f$; розрахунок виконують за металом шва, $R_w=180\text{МПа}$, $\beta_f=0,7$. Катети кутових швів приймаються мінімальними (табл. Б.3, додаток Б). Якщо товщина більш товстого елемента $t_0=9\text{мм}$ (товщина кутника основного перерізу), приймаємо $k_f=5\text{мм}$. Приварювання елементів підсилення виконуємо переривчастими (шпонковими) швами, довжина безперервних ділянок l_w повинна бути не менш, ніж 50мм.

Розрахунок приєднання елементів підсилення до основного перерізу наведено у табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Розрахунок приєднання елементів підсилення

№ з/п	Позначення	Обчислення	Од. вим.	Значення
1	k_f	Табл. Б.3 додатка Б		
2	n	кількість швів за кресленням	—	4
3	a_w	$40 \cdot i_{xr} = 40 \cdot 2,77 = 111\text{см}$, приймаємо $a_w=60\text{см}$	см	60
4	Q_{fic}	$7,15 \cdot 10^{-6} \left(2330 - \frac{E}{f_{y0}} \right) \cdot \frac{N}{\varphi_n} =$ $= 7,15 \cdot 10^{-6} \left(2330 - \frac{2,1 \cdot 10^5}{240} \right) \frac{712}{0,783}$	кН	9,45
5	S_r	$A_r \cdot y_r = 24,6 \cdot 3,77$	см ³	92,74

6	T	$\frac{Q_{f_{ic}} \cdot S_r \cdot a_w}{I_{xn}} = \frac{9,45 \cdot 92,74 \cdot 60}{1478,34}$	кН	35,57
---	-----	---	----	-------

Продовження таблиці 3.7

7	l_w	$\frac{T}{n\beta_f^k f_{wf}^R \gamma_w \gamma_c} + 1_{cm} =$ $= \frac{35,57}{4 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18} + 1_{cm} = 2,4_{cm}$ Приймаємо $l_w = 5_{cm}$	см	5
8	N'_r	$N_r \cdot A_r / A_n = 152 \cdot 24,6 / 68,6$	кН	54,5
9	l_{wk}	$\frac{T + N'_r}{n\beta_f^k f_{wf}^R \gamma_w \gamma_c} + 1_{cm} =$ $= \frac{35,57 + 54,5}{4 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18} + 1_{cm} = 4,57$ Приймаємо $l_{wk} = 5_{cm}$	см	5
10	χ	$l_w / a_w = 5 / 60$	—	0,083

10. Визначення погину f_l , який виникає від приєднання елементів підсилення до поверхонь, що мають незначні початкові викривлення.

Значення f_{01} у додатньому напрямку та f_{02} у від'ємному напрямку наведені у табл. 3.5. Обчислення значень f_{l1} та f_{l2} наведено у табл. 3.8.

Таблиця 3.8

Визначення прогинів f_{l1} та f_{l2}

№ з/п	Позначення	Обчислення	Од. вим.	Значення
1	f_{01}	Табл. 3.5	см	0,34
2	f_{02}	Табл. 3.5	см	-0,12
3	N_{en}	$\frac{\pi^2 EI_{xn}}{l_{efx}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^4 \cdot 1478,34}{300^2}$	кН	3401,03
4	α_n	$\frac{N_e}{N_e - N} = \frac{3401,4}{3401,4 - 712}$	—	1,26

5	f_{11}	$f_{01} \cdot \frac{1-\alpha_x I_{xr}}{I_{x0} + I_{xr}} = 0,34 \cdot \frac{1-1,26 \cdot 188,6}{654+188,6}$	см	0,24
6	f_{12}	$f_{02} \cdot \frac{1-\alpha_n I_{xr}}{I_{x0} + I_{xr}} = -0,12 \cdot \frac{1-1,26 \cdot 188,6}{654+188,6}$	см	-0,10

11. Визначення залишкового зварювального прогину f_w , що виникає від приварювання елементів підсилення. Елементи підсилення приварюються переривчастими швами; число швів $n=4$; коефіцієнт переривчастості шва $\chi=0,083$ (табл. 3.7).

Значення прогину f_{w1} визначається при додатному напрямку випадкового ексцентриситету, f_{w2} — при від'ємному. Визначення залишкового зварювального прогину f_{wi} наведено у табл. 3.9.

Таблиця 3.9

Визначення прогину f_w

№ з/п	Позначення	Обчислення	Од. вим.	Значення
1	V	$0,04k_f^2 = 0,04 \cdot 0,5^2$	см ⁴	0,01
2	C_l	$\frac{\alpha_N \cdot V \cdot \chi \cdot \lambda_{xn}^2}{8A_n} = \frac{1,26 \cdot 0,01 \cdot 0,083 \cdot 64,7^2}{8 \cdot 68,6}$	$\frac{1}{\text{см}^2}$	$7,95 \cdot 10^{-3}$
3	y_l	$z_{00} - y_0 = 3,4 - 2,1$	см	1,3
4	σ_{w1}	$\frac{N_0}{A_0} + \frac{N_0(e_{01} + f_{11})}{I_{x0}} \cdot y_1 = \frac{560}{44} + \frac{560(0,57 + 0,24)}{654} \cdot 1,3$	$\frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$	13,63
5	ξ_l	$\sigma_{w1}/R_{y0} = 13,63/24$	—	0,57
6	n_l	$1 - \frac{0,5 \ln(1 - \xi_l)}{\ln 2} = 1 - \frac{0,5 \ln(1 - 0,57)}{\ln 2}$	—	1,59
7	σ_{w2}	$\frac{N_0}{A_0} + \frac{N_0(e_{02} + f_{12})}{I_{x0}} \cdot y_1 = \frac{560}{44} - \frac{560(0,21 + 0,10)}{654} \cdot 1,3$	$\frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$	12,39
8	ξ_2	$\sigma_{w2}/R_{y0} = 12,39/24$	—	0,52
9	n_2	$1 - \frac{0,5 \ln(1 - \xi_2)}{\ln 2} = 1 - \frac{0,5 \ln(1 - 0,52)}{\ln 2}$	—	1,53

10	f_{w1}	$C_1 \sum n_{1i} y_i = 7,95 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 1,3 \cdot 1,59$	см	0,07
11	f_{w2}	$C_1 \sum n_{2i} y_i = 7,95 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 1,3 \cdot 1,53$	см	0,06

12. Визначення розрахункового еквівалентного ексцентриситету. Розрахунковий еквівалентний ексцентриситет визначається за формулою (3.44):

$$e_{fi} = e_i + f_{li} + k_w f_{wi}, \quad (3.44)$$

$$\text{де } e_i = e_{0i} - y_0; \quad (3.45)$$

y_0 - зміщення вісі центра ваги перерізу при підсиленні, приймається зі своїм знаком. Для запропонованої схеми підсилення $y_0 > 0$. Якщо випадковий ексцентриситет має додатній напрямок, то

$$e_1 = e_{01} - y_0 = 0,57 - 2,1 = -1,53 \text{ см};$$

якщо від'ємний напрямок

$$e_2 = e_{02} - y_0 = -0,21 - 2,1 = -2,31 \text{ см}.$$

Розрахунковий еквівалентний ексцентриситет у додатному напрямку

$$e_{f1} = e_1 + f_{11} + k_w f_{w1} = -1,53 + 0,24 + 0,5 \cdot 0,07 = -1,26 \text{ см}.$$

Розрахунковий еквівалентний ексцентриситет у від'ємному напрямку

$$e_{f2} = e_2 + f_{12} + k_w f_{w2} = -2,31 - 0,09 + 0,5 \cdot 0,06 = -2,37 \text{ см}.$$

13. Перевірка стійкості підсиленого стержня як позацентрово стисненого елемента

Розрахунки із перевірки стійкості стержня наведено у таблиці 3.10. Перевірку необхідно виконувати для еквівалентного ексцентриситету додатного напрямку (e_{f1}), і для еквівалентного ексцентриситету від'ємного напрямку (e_{f2}).

Із таблиці бачимо, що умови стійкості стиснених елементів верхнього пояса в площині ферми виконуються. Перевірку стійкості стержнів із площини ферми виконувати необов'язково, оскільки $I_{yn} > I_{xn}$.

Таблиця 3.10

Перевірка стійкості стержня як позацентрово стисненого елемента

№ з/п	Позначення	Обчислення	Од. вим.	Значення
1	m_{x1}	$e_{f1} / \rho_{n1} = 1,26 / 2,09$	—	0,6
2	$\overline{\lambda}_x$	$\lambda_{xn} \sqrt{R_{y0} / E} = 64,7 \sqrt{240 / 2,1 \cdot 10^5}$	—	2,18
3	η_1	$(0,25 + 0,15 m_{x1}) + 0,03(5 - m_{x1}) \overline{\lambda}_x =$ $= (0,25 + 0,15 \cdot 0,6) + 0,03(5 - 0,6) \cdot 2,18$	—	0,63
4	m_{ef1}	$m_{x1} \cdot \eta = 0,6 \cdot 0,63$	—	0,38
5	φ_{e1}	$\overline{\lambda} = 2,18; m_{ef} = 0,38$, додаток 8 [4]	—	0,674
6	σ_1	$\frac{N}{\varphi_{e1} A_n} = \frac{712}{0,674 \cdot 68,6}$	$\frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$	15,4
7	m_{x2}	$e_{f2} / \rho_{n2} = 2,37 / 1,92$	—	1,23
8	η_2	$(0,25 + 0,15 m_{x2}) + 0,03(5 - m_{x2}) \overline{\lambda}_x =$ $= (0,25 + 0,15 \cdot 1,23) + 0,03(5 - 1,23) \cdot 2,18$	—	0,68
9	m_{ef2}	$m_{x2} \cdot \eta_2 = 1,23 \cdot 0,68$	—	0,84
10	φ_{e2}	$\overline{\lambda} = 2,18; m_{ef} = 0,84$, додаток 8 [11]	—	0,548
11	σ_2	$\frac{N}{\varphi_{e2} A_n} = \frac{712}{0,548 \cdot 68,6}$	$\frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$	18,94
12	R_{y0}^*	$R_{y0}^* = R_{y0} (\alpha < 1,15)$	$\frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$	24,0
13		$R_{y0}^* \cdot \gamma_c = 24 \cdot 0,95$	$\frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$	22,8

РОЗРАХУНОК ПІДСИЛЕННЯ БАЛКИ

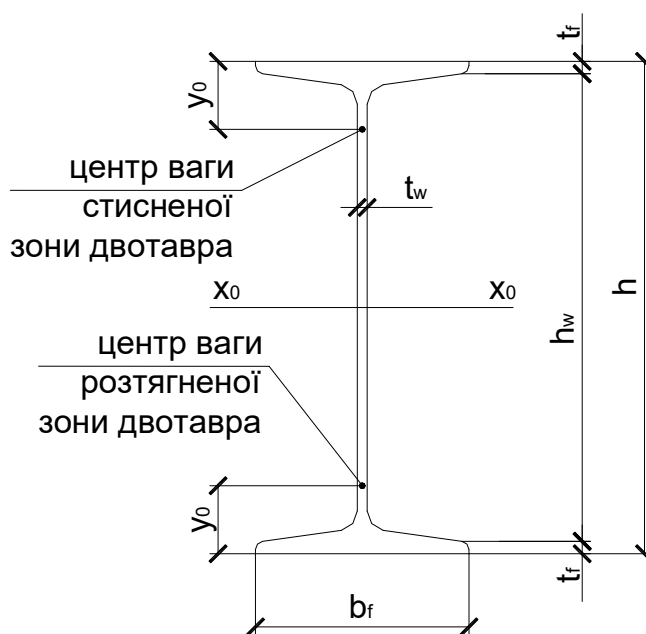


Схема А.1 – Переріз балки, яка підсилюється

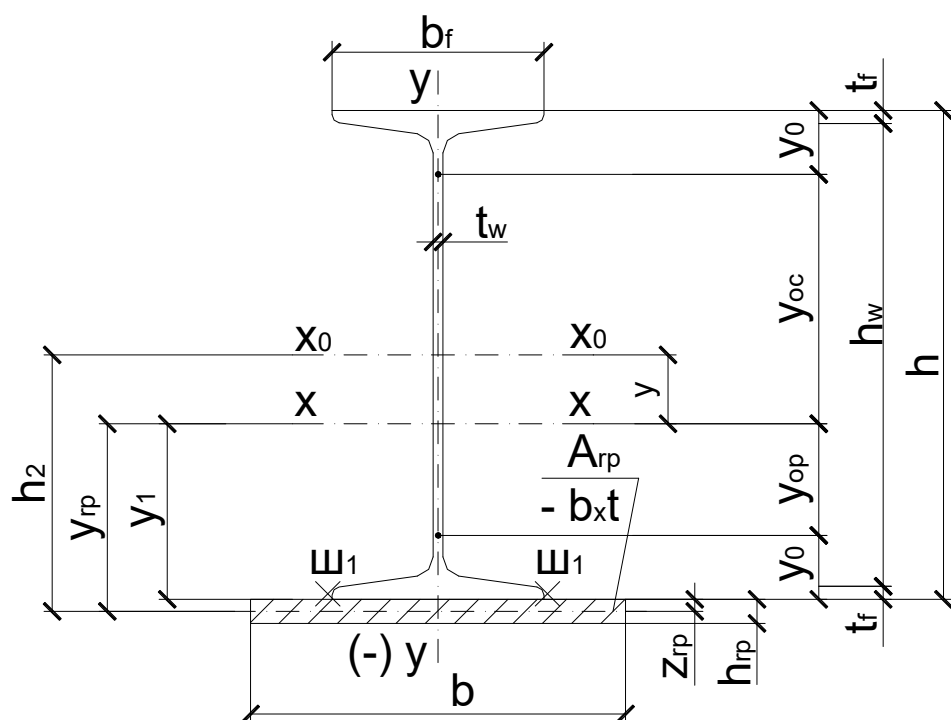


Схема А.2 – Підсилення балки

Таблиця А.1

Характеристики основного перерізу балки

№ з/п	Позначення	Найменування величини	Формула	Од. вим.
1	h	Висота двотавра	сортамент	см
2	b_f	Ширина полички	сортамент	см
3	t_f	Товщина полички	сортамент	см
4	t_w	Товщина стінки	сортамент	см
5	h_w	Висота стінки	$h - 2t_f$	см
6	A_w	Площа стінки	$h_w t_w$	см ²
7	A_f	Площа пояса	$t_f b_f$	см ²
8	A_0	Площа двотавра	сортамент	см ²
9	W_{x0}	Момент опору	сортамент	см ³
10	I_{x0}	Момент інерції	сортамент	см ⁴

11	y_0	Положення центра ваги стисненої та розтягнутої зон двотавра	$\frac{\frac{A_w}{2} \left(\frac{h_w}{4} + t_f \right) + A_f \frac{t_f}{2}}{\frac{A_w}{2} + A_f}$	см
12	m	Лінійна густина	сортамент	кг/м

Таблиця А.2

Геометричні характеристики підсиленого перерізу

№ з/п	Позначення	Найменування величини	Формула	Од. вим.
1	A_{rc}	—	—	—
2	A_{rp}	Площа елементів підсилення, розташованих у розтягнутій зоні	$b \cdot t$	см ²
3	h_{rc}	—	—	—
4	h_{rp}	Висота елементів підсилення, розташованих у розтягнутій зоні	t	см
5	z_{rc}	—	—	—
6	z_{rp}	Положення центра ваги розтягнутого елемента підсилення	$t/2$	см
7	I_{rc}	—	—	—
8	I_{rp}	Момент інерції розтягнутого елемента підсилення	$\frac{b \cdot t^3}{12}$	см ⁴
9	i_{rc}	—	—	—
10	i_{rp}	Радіус інерції розтягнутих елементів підсилення	$\sqrt{I_{rp}/A_{rp}}$	см
11	h_1	—	—	—
12	h_2	Відстань від осі x_0-x_0 до центра ваги елементів з площею A_{rp}	$\frac{h}{2} + z_{pc}$	см
13	y	Положення центра ваги підсиленого перерізу	$\frac{-A_{rp} \cdot h_2}{A_0 + A_{rp}}$	см
14	y_{rc}	—	—	—
15	y_{rp}	Відстань від осі $x-x$ до центра ваги елементів з площею A_{rp}	$h_2 - y$	см

Продовження табл. А.2

№ з/п	Позначення	Найменування величини	Формула	Од. вим.
16	y_{oc}	Відстань від осі $x-x$ до центра ваги стисненої зони двотавра	$\frac{h}{2} - y_0 + y$	см
17	y_{op}	Відстань від осі $x-x$ до центра ваги розтягнутої зони двотавра	$\frac{h}{2} - y_0 - y$	см
18	A_{oc}	Площа стисненої зони двотавра	$0,5(A_0 - \alpha(A_{rc} - A_{rp}))$	см ²
19	A_{op}	Площа розтягнутої зони двотавра	$0,5(A_0 + \alpha(A_{rc} - A_{rp}))$	см ²
20	S_{rc}	—	—	—
21	S_{rp}	Статичний момент розтягнутих елементів підсилення	$A_{rp} \cdot y_{rp}$	см ³
22	I_{xn}	Момент інерції підсиленого перерізу	$I_x + A_0 y^2 + I_{rc} + A_{rc} \cdot y_{rc}^2 + I_{rp} + A_{rp} y_{rp}^2$	см ⁴
23	y_l	Відстань від вісі $x-x$ до зварного шва IIII	$y_{rp} - z_{rp}$	см
24	ξ_l	Рівень зварних напружень в зоні зварного шва IIII	$\frac{M_0 y_1}{I_{x0} R_{y0}}$	—
25	n_l	Коефіцієнт напруженості	$1 - \frac{1,5 \ln(1 - \xi_1)}{\ln 2}$	—

Примітка: якщо зварні шви розміщені тільки у розтягнутій зоні прогин f_w , що виникає від приварювання елементів підсилення можна не враховувати.

НОРМАТИВНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ПОСИЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ

Таблиця Б.1

Характеристичні і розрахункові опори для листового, широкоштабового універсального і фасонного прокатів згідно з ГОСТ 27772

Сталь	Товщина прокату ¹⁾ , мм	Характеристичний опір ²⁾ , Н/мм ² , прокату				Розрахунковий опір ³⁾ , Н/мм ² , прокату			
		листового, широкоштабового універсального		фасонного		листового, широкоштабового універсального		ласонного	
		R_{yn}	R_{un}	R_{yn}	R_{un}	R_y	R_u	R_y	R_u
С235	від 2 до 20	235	360	235	360	230	350	230	350
	понад 20 до 40	225	360	225	360	220	350	220	350
	понад 40 до 100	215	360	—	—	210	350	—	—
	понад 100	195	360	—	—	190	350	—	—
С245	від 2 до 20	245	370	245	370	240	360	240	360
	понад 20 до 30	—	—	235	370	—	—	230	360
С255	від 2 до 3.9	255	380	—	—	250	370	—	—
	від 4 до 10	245	380	255	380	240	370	250	370
	понад 10 до 20	245	370	245	370	240	360	240	360
	понад 20 до 40	235	370	235	370	230	360	230	360
С275	від 2 до 10	275	380	275	390	270	370	270	380
	понад 10 до 20	265	370	275	380	260	360	270	370
С285	від 2 до 3,9	285	390	—	—	280	380	—	—
	від 4 до 10	275	390	285	400	270	380	280	390
	понад 10 до 20	265	380	275	390	260	370	270	380

Продовження табл. Б.1

С345	від 2 до 10	345	490	345	490	335	480	335	480
	понад 10 до 20	325	470	325	470	315	460	315	460
	понад 20 до 40	305	460	305	460	300	450	300	450
	понад 40 до 60	285	450	—	—	280	440	—	—
	понад 60 до 80	275	440	—	—	270	430	—	—
	понад 80 до 100	265	430	—	—	260	420	—	—
С345К	від 4 до 10	345	470	345	470	335	460	335	460
С355	понад 80 до 50	355	450	—	—	340	430	—	—
С375	від 2 до 10	375	510	375	510	365	500	365	500
	понад 10 до 20	355	490	355	490	345	480	345	480
	понад 20 до 40	335	480	335	480	325	470	325	470
С390	від 4 до 50	390	540	—	—	380	530	—	—
С390К	від 4 до 30	390	540	—	—	380	530	—	—
С440	від 4 до 30	440	590	—	—	430	575	—	—
	понад 30 до 50	410	570	—	—	400	555	—	—
С590	від 8 до 50	590	700	—	—	540	630	—	—
С590К	від 16 до 40	540	635	—	—	515	605	—	—

1) За товщину фасонного прокату слід приймати товщину полиці.

2) За нормативні опори прийняті гарантовані значення межі текучості і тимчасового опору.

3) Значення розрахункових опорів одержані діленням нормативних опорів на коефіцієнти надійності за матеріалом, визначені згідно з п. 1.3.2 із заокругленням до 5 Н/мм².

Примітка

Розрахункові опори R_{yw} стінок гарячекатаних двотаврів і швелерів допускається збільшувати на 10% порівняно до R_y .

Таблиця Б.2

Характеристичні та розрахункові опори металу кутових швів

Рекомендований клас міцності основного металу	Метал кутового шва	
	Нормативний опір R_{wun} , Н/мм ²	Розрахунковий опір R_{wf} , Н/мм ²
С315 і нижче	410	180
Вище С315 до С355 включно	450	200
Вище С355 до С390 включно	490	215
Вище С390 до С440 включно	590	240
Вище С440	685	280

Таблиця Б.3

Мінімальні катети зварних швів при ручному зварюванні в з'єднаннях за допомогою накладок

Межа текучості R_{yn} , МПа	Мінімальні катети швів k_f при товщині більш товстого з елементів, що зварюють, t , мм						
	4÷5	6÷10	11÷16	17÷22	23÷32	33÷40	41÷80
До 400	4	5	6	7	8	9	10
Понад 430 до 580	5	6	7	8	9	10	12

Таблиця Б.4

Розрахункові довжини елементів ферм

Напрямок повздовжнього згину	Розрахункові довжини l_{ef}		
	поясів	опорних розкосів і стояків	інших елементів решітки
1. У площині ферми (l_{fx}):			
а) для ферм із кутників і таврів;	l	l	$0,8 l$
б) для ферм із труб і гнutoзварених профілів	l	l	$0,9 l (l)$
2. Із площини ферми (l_{fy}):			
а) для ферм із кутників і таврів;	l_l	l_l	l_l
б) для ферм із труб і гнutoзварених профілів	l_l	l_l	$0,9 l_l (l)$
Позначення, які використані у таблиці: l – геометрична довжина елемента (відстань між центрами вузлів); l_l – відстань між вузлами, які закріплені від зміщення із площини ферми: для елементів верхнього пояса l_l — відстань між прогонами, або між вузлами ферми, до яких приварюються залізобетонні плити; для елементів нижнього пояса l_l — відстань між зв'язками (розтяжками); для елементів решітки — відстань між центрами вузлів. Примітка. Значення, які наведені у дужках, відносяться до стержнів трубчастих ферм зі сплюсненими кінцями.			

Коефіцієнт умов роботи γ_s для елементів ферм

Тип ферми	Коефіцієнт умов роботи γ_c			
	для стиснених поясів, опорних розкосів і стояків	для інших стиснених елементів решітки	для розтягнутих поясів	для розтягнутих елементів решітки
Ферми із кутників і таврів	0,95	0,8	0,95	0,95
Ферми із труб	1	1 (0,85)	0,95	0,8
Ферми із гнутозварених профілів	1	1	0,95	0,95

Коефіцієнти умов роботи

Елементи конструкцій	Коефіцієнти умов роботи γ_c
1. Балки суцільного перерізу і стиснуті елементи ферм перекриттів під залами театрів, клубів, кінотеатрів, під трибунами, під приміщеннями магазинів, книгосховищ і архівів тощо при тимчасовому навантаженні, що не перевищує вагу перекриття	0,90
2. Колони громадських будівель і опор водонапірних башт	0,95
3. Колони одноповерхових виробничих будівель з мостовими кранами	1,05
4 Стиснуті основні елементи (крім опорних), ґратки складеного таврового перерізу з двох кутиків у зварних фермах покриттів і перекриттів при розрахунку на стійкість зазначених елементів із гнучкістю $\lambda \geq 60$	0,80
5. Затяжки, тяги, відтяжки, підвіски при розрахунку на міцність у перерізі без послаблень	0,90
6. Елементи конструкцій зі сталі з межею текучості до 440 Н/мм ² , що несуть статичне навантаження, при розрахунку на міцність у перерізі, послабленому отворами для болтів (окрім фрикційних з'єднань)	1,10
7. Стиснуті елементи решітки просторових ґратчастих конструкцій, виконані з одиночних рівнополичкових кутників за рис. 1.9.3, які прикріплюються однією полицею (для нерівнополичкових кутників – більшою полицею): а) безпосередньо до поясів за допомогою зварних швів або двох болтів і більше, які влаштовані вздовж кутника:	
– розкоси за рис. 1.9.3, а	0,90
– розпірки за рис. 1.9.3, б, в, е	0,90
– розкоси за рис. 1.9.3, в, з, д, е	0,80

Елементи конструкцій	Коефіцієнти умов роботи γ_c
б) безпосередньо до поясів за допомогою одного болта або через фасонку незалежно від виду з'єднання	0,75
8. Стиснуті елементи, виконані з одиночних кутників, які прикріплюються однією полицею (для нерівнополичкових кутників – меншою полицею), за винятком елементів, наведених у поз.7 цієї таблиці, а також елементів плоских ферм з одиночних кутників	0,75
9. Опорні плити, виконані зі сталі з межею текучості до 390 Н/мм ² , що несуть статичне навантаження, товщиною, мм:	
а) до 40 включно	1,20
б) понад 40 до 60 включно	1,15
в) понад 60 до 80 включно	1,10
Примітки: 1. Коефіцієнти $\gamma_c < 1,0$ при розрахунку не слід враховувати сумісно. 2. При розрахунку на міцність у перерізі, послабленому отворами для болтів, коефіцієнти, наведені в поз. 6 і 1, 6 і 2, 6 і 5, слід враховувати сумісно. 3. При розрахунку опорних плит коефіцієнти, наведені в поз. 9 і 2, 9 і 3, слід враховувати сумісно. 4. При розрахунку з'єднань коефіцієнти γ_c для елементів, які наведені в поз.1 і 2, слід враховувати разом із коефіцієнтом умов роботи з'єднання γ_b . 5. У випадках, не обумовлених цими нормами, у розрахункових формулах слід приймати $\gamma_c = 1,0$.	

Таблиця Б.7

Матеріали для зварних з'єднань

Група конструкцій	Клас міцності прокату (найменування, марка сталі)	Державний стандарт, технічні умови	Марки матеріалів для зварювання					
			під флюсом		у вуглекислому газі за ГОСТ 8050-85 або в суміші його з аргоном за ГОСТ 10157-79		самозахисним порошковим дротом за ГОСТ 26271-84	покритами електродами типу за ГОСТ 9467-75*
			флюс за ГОСТ 9087-81*, ТУ У 05416923.049-99	зварювальний дріт за ГОСТ 2246-70*	дротом суцільного перерізу за ГОСТ 2246-70*	порошковим дротом за ГОСТ 26271-84		
1,2	Від 235 до 285 вкл. (типу Ст3сп)	ГОСТ 27772-88 ДСТУ 2651-94 (ГОСТ 380-94) ГОСТ 14637-89 ГОСТ 535-88 ГОСТ 6713-91	АН-348А АН-348АД ¹⁾	Св-08А Св-08ГА	Св-08Г2С			Э42А УОНИ 13/45 УОНИ 13/45СМ УОНИ 13/45А СМ11
	Від 295 до 375 вкл (типу 09Г2С)	ГОСТ 27772-88 ГОСТ 19281-89 [2]	АН-47 АН-47Д АН-348 АН-348АД	Св-08ГА Св-10ГА Св-10Г2	Св-08Г2С	ПП-АН9 ПП-АН29 ПП-АН59 ПП-АН61 ПП-АН69	ПП-АН19 ПП-АН19Н ПП-АН45	Э50А УОНИ 13/55 УОНИ 13/55СМ УОНИ 13/55ФК ДСК-55ФК

Група конструкцій	Клас міцності прокату (найменування, марка сталі)	Державний стандарт, технічні умови	Марки матеріалів для зварювання					
			під флюсом		у вуглекислому газі за ГОСТ 8050-85 або в суміші його з аргоном за ГОСТ 10157-79		самозахисним порошковим дротом за ГОСТ 26271-84	покритими електродами типу за ГОСТ 9467-75*
			флюс за ГОСТ 9087-81*, ТУ У 05416923.049-99	зварювальний дріт за ГОСТ 2246-70*	дротом суцільного перерізу за ГОСТ 2246-70*	порошковим дротом за ГОСТ 26271-84		
	Від 325 до 390 вкл. (типу 10ХСНД)	ГОСТ 19281-89 ГОСТ 6713-91	АН-47 АН-47Д АН-348А АН-348АД АН-43	Св-08ГА ¹⁾ Св-10ГА ¹⁾ Св-10Г2 ¹⁾ Св-08ХМ Св-10НМА	Св-08Г2С	ПП-АН9 ПП-АН29 ПП-АН59 ПП-АН61 ПП-АН69	ПП-АНІ9 ПП-АНІ9Н ПП-АН45	ИТС-4С АНО-11 АНО-12 АНО-12С АНО-9 АНО-ТМ/СХ
	Від 355 до 440 вкл. (типу С390, 16ГБ)	ГОСТ 27772-88 ГОСТ 19281-89 ГОСТ 5521-93 [1, 2]	АН-47 АН-47Д АН-17М АН-348А АН-348АД АН-43	Св-08ГА ²⁾ Св-10ГА ²⁾ Св-10Г2 ²⁾ Св-08ХМ Св-10НМА Св-08ХГСМА Св-10ХГ2СМА	Св-08Г2С	ПП-АН9 ПП-АН29 ПП-АН59 ПП-АН61 ПП-АН69	ПП-АНІ9 ПП-АНІ9Н ПП-АН45	
	345 (С345К, 10ХНДП)	ГОСТ 27772-88 ГОСТ 19281-89	АН-348А АН-348АД	Св-08Х1ДЮ	Св-08Г2С	ПП-АН59 ПП-АН61	ПП-АНІ9 ПП-АНІ9Н	Э50А ОЗС-18 КД-11

Група конструкцій	Клас міцності прокату (найменування, марка сталі)	Державний стандарт, технічні умови	Марки матеріалів для зварювання					
			під флюсом		у вуглекислому газі за ГОСТ 8050-85 або в суміші його з аргоном за ГОСТ 10157-79		самозахисним порошковим дротом за ГОСТ 26271-84	покритами електродами типу за ГОСТ 9467-75*
			флюс за ГОСТ 9087-81*, ТУ У 05416923.049-99	зварювальний дріт за ГОСТ 2246-70*	дротом суцільного перерізу за ГОСТ 2246-70*	порошковим дротом за ГОСТ 26271-84		
	Від 440 до 590 вкл. (типу С590К)	ГОСТ 27772-88 [1]	АН-17М	Св-08ХН2ГМЮ Св-10НМА	Св-08ХГСМА Св-10ХГ2СМА Св-08Г2С			Э60УОНИ 13/65 АНО-33 АНО-ТМ60
								Э70 АНП-2 АНП-11 АНО-ТМ70
3, 4	Від 235 до 285 вкл. (типу Ст3сп)	ГОСТ 27772-88 ДСТУ 2651-94 (ГОСТ 380-94) ГОСТ 14637-89 ГОСТ 535-88	АН-348А АН-348АД ¹⁾	Св-08 Св-08А Св-08ГА	Св-08Г2С			Э-46 АНО-4 АНО-44 АНО-13 АНО-36 АНО-37 АНО-29М АНО-24 АНО-6У ОЗС-12 ОЗС-4А МР-3

Група конструкцій	Клас міцності прокату (найменування, марка сталі)	Державний стандарт, технічні умови	Марки матеріалів для зварювання					
			під флюсом		у вуглекислому газі за ГОСТ 8050-85 або в суміші його з аргоном за ГОСТ 10157-79		самозахисним порошковим дротом за ГОСТ 26271-84	покритими електродами типу за ГОСТ 9467-75*
					флюс за ГОСТ 9087-81*, ТУ У 05416923.049-99	зварювальний дріт за ГОСТ 2246-70*		
Від 295 до 375 вкл. (типу 09Г2С)	ГОСТ 27772-88 ГОСТ 19281-89	АН-47	Св-08ГА	Св-08Г2С	ПП-АН3	ПП-АНІ9	Э50А	
		АН-47Д	Св-10ГА		ПП-АН8	ПП-АНІ9Н	УОНИ 13/55	
		АН-348	Св-10Г2		ПП-АН59	ПП-АН45	УОНИ 13/55СМ	
		АН-348АД				УОНИ 13/55ФК		
Від 325 до 390 вкл. (типу 10ХСНД)	ГОСТ 19281-89 ГОСТ 6713-91	АН-47	Св-08ГА	Св-08Г2С	ПП-АН3	ПП-АНІ9	ИТС-4С	
		АН-47Д	Св-10ГА		ПП-АН8	ПП-АНІ9Н	АНО-11	
		АН-348А	Св-10Г2			ПП-АН45	АНО-12	
		АН-348АД					АНО-12С	
							АНО-9	
							АНО-ТМ/СХ	

Група конструкцій	Клас міцності прокату (найменування, марка сталі)	Державний стандарт, технічні умови	Марки матеріалів для зварювання					
			під флюсом		у вуглекислому газі за ГОСТ 8050-85 або в суміші його з аргоном за ГОСТ 10157-79		самозахисним порошковим дротом за ГОСТ 26271-84	покритими електродами типу за ГОСТ 9467-75*
			флюс за ГОСТ 9087-81*, ТУ У 05416923.049-99	зварювальний дріт за ГОСТ 2246-70*	дротом суцільного перерізу за ГОСТ 2246-70*	порошковим дротом за ГОСТ 26271-84		
	Від 355 до 440 вкл. (типу С390, 16ГБ)	ГОСТ 27772-88 ГОСТ 19281-89 ГОСТ 5521-93	АН-47 АН-47Д АН-17М АН-348А АН-348АД	Св-08ГА Св-10ГА Св-10Г2	Св-08Г2С	ПП-АН3 ПП-АН8	ПП-АНІ9 ПП-АНІ9Н ПП-АН45	
	345 (С345К, 10ХНДП)	ГОСТ 27772-88 ГОСТ 19281-89	АН-348А АН-348АД	Св-08Х1ДЮ	Св-08Г2С	ПП-АН59 ПП-АН61	ПП-АНІ9 ПП-АНІ9Н	Э50А ОЗС-18 КД-11

1. Застосування флюсу АН-348А (АН-348-АД) вимагає проведення додаткового контролю механічних властивостей металу шва при зварюванні з'єднань елементів завтовшки понад 32 мм.

Примітки:

1. При відповідному обґрунтуванні для зварювання конструкцій допускається використовувати зварювальні матеріали (дроти, флюси, захисні гази, електроди), не зазначені в цій таблиці. При цьому властивості металу шва, що виконується з їхнім застосуванням, повинні бути не гірші від властивостей, які забезпечуються застосуванням матеріалів згідно з цією таблицею.

Таблиця Б.8

Мінімальні катети зварних швів

Вид з'єднання	Вид зварювання	Границя текучості сталі, Н/мм ²	Мінімальний катет шва $k_{f,min}$, мм, при товщині товстішого елемента у з'єднанні t_{max} , мм						
			4...5	6...10	11...16	17...22	23...32	33...40	41...80
Таврове з двосторонніми кутовими швами; напусткове і кутове	Ручне	До 290	4	4	4	5	5	6	6
		Понад 290 до 390	4	5	6	7	8	9	10
		Понад 390 до 590	5	6	7	8	9	10	12
	Механізоване	До 290	3	4	4	5	5	6	6
		Понад 290 до 390	3	4	5	6	7	8	9
		Понад 390 до 590	4	5	6	7	8	9	10
Таврове з односторонніми кутовими швами	Ручне	До 390	5	6	7	8	9	10	12
	Автоматичне і механізоване	До 390	4	5	6	7	8	9	10

Таблиця Б.9

Коефіцієнтів β_f та β_z

Вид зварювання при діаметрі зварювального дроту d , мм	Положення шва	Коефіцієнт	Значення β_f та β_z при катетах швів, мм			
			3...8	9...12	14...16	>16
Автоматичне при $d = 3...5$	У човник	β_f	1,1			0,7
		β_z	1,15			1
	Нижнє	β_f	1,1	0,9		0,7
		β_z	1,15	1,05		1
Автоматичне та напівавтоматичне при $d = 1,4-2$	У човник	β_f	0,9		0,8	0,7
		β_z	1,05		1	
	Нижнє	β_f	0,9	0,8	0,7	
		β_z	1,05	1		
Ручне, напівавтоматичне дротом суцільного перерізу при $d < 1,4$ або порошковим дротом	У човник, нижнє, горизонтальне, вертикальне, стельове	β_f	0,7			
		β_z	1			



Таблиця В.1

Характеристики основного перерізу стрижня

№ з/п	Позначення	Найменування величини	Формула	Од. вим.
1	h_0	Ширина полицки	Сортамент	см
2	t_0	Товщина полицки	Сортамент	см ²
3	z_{00}	Відстань до центра ваги	Сортамент	см
4	t_1	Товщина фасонки	За призначенням	см
5	x_0	Положення центра ваги	$z_{00} + t_1/2$	см
6	A_0	Площа перерізу стержня	$2A$	см ²
7	I_{x0}	Момент інерції стержня	$2I_x$	см ⁴
8	i_{x0}	Радіус інерції відносно осі x_0-x_0	Сортамент	см
9	i_{y0}	Радіус інерції відносно осі y_0-y_0	Сортамент	см
10	W_{x1}	Момент опору для точки 1	I_{x0}/z_{00}	см ³
11	W_{x2}	Момент опору для точки 2	$I_{x0}/(h_0 - z_{00})$	см ³
12	ρ_{x1}	Ядрова відстань	W_{x1}/A_0	см
13	ρ_{x2}	Ядрова відстань	W_{x2}/A_0	см
14	l_{efx}	Розрахункова довжина в площині ферми	$l_0 \cdot \mu_1$	см
15	l_{efy}	Розрахункова довжина із площини ферми	$l_0 \cdot \mu_2$	см
16	λ_x	Гнучкість стержня у площині ферми	l_{efx}/i_{x0}	—
17	λ_y	Гнучкість стержня із площини ферми	l_{efy}/i_{y0}	—
18	φ_0	Коефіцієнт осьового згину	Додаток 7 [4]	—

Таблиця В.1

Геометричні характеристики підсиленого перерізу

№ з/п	Позначення	Найменування величини	Формула	Од. вим.
1	h_r	Висота елемента підсилення	Сортамент	см
2	t_r	Товщина елемента підсилення	Сортамент	см
3	z_{0r}	Відстань до центра ваги елемента підсилення	Сортамент	см
4	A	Площа елемента підсилення	Сортамент	см ²
5	I_x	Момент інерції елемента підсилення	Сортамент	см ⁴
6	i_{xr}	Радіус інерції елемента підсилення	Сортамент	см
7	A_r	Площа перерізу елементів підсилення	$2A$	см ²
8	I_{xr}	Момент інерції елементів підсилення	$2I_x$	см ⁴
9	A_n	Площа перерізу підсиленого стержня	$A_0 + A_r$	см ²
10	y_0	Відстань від осі x_0-x_0 до центра ваги підсиленого перерізу (до вісі $x-x$)	$\frac{A_r(z_{00} + z_{0r})}{A_n}$	см
11	y_r	Відстань до центра ваги елементів підсилення	$z_{00} + z_{0r} - y_0$	см
12	I_{xn}	Момент інерції підсиленого перерізу	$I_{x0} + A_0 y_0^2 + I_{xr} + A_r y_r^2$	см ⁴
13	x_l	Відстань від осі y_0-y_0 до початку елемента підсилення	Призначається у межах 2...3см	см
14	x_r	Відстань до центра ваги елементів підсилення	$x_1 + h_r - z_{0r}$	см
15	x_0	Відстань до центра ваги основного кутника	$z_{00} + t_1/2$	см
16	I_{yn}	Момент інерції підсиленого перерізу	$I_{x0} + A_0 x_0^2 + I_{xr} + A_r x_r^2$	см ⁴
17	y_l	Відстань до зварних швів; n=4	$z_{00} - y_0$	см
18	h_l	Відстань до крайньої фібри у додатному напрямку	$h_r + y_1$	см
19	h_2	Те саме у від'ємному напрямку	$h_0 - y_1$	см
20	W_{nl}	Момент інерції крайньої фібри додатного напрямку	$\frac{I_{xn}}{h_1}$	см ³

21	W_{n2}	Те саме від'ємного напрямку	$\frac{I_{xn}}{h_2}$	см ³
22	ρ_{x1}	Ядрова відстань додатного напрямку	$\frac{W_{n1}}{A_n}$	см
23	ρ_{x2}	Те саме від'ємного напрямку	$\frac{W_{n2}}{A_n}$	см
24	i_{xn}	Радіус інерції підсиленого перерізу відносно осі $X-X$	$\sqrt{\frac{I_{xn}}{A}}$	см
25	i_{yn}	Те саме відносно осі $Y-Y$	$\sqrt{\frac{I_{yn}}{A}}$	см
26	λ_{xn}	Гнучкість підсиленого стержня відносно осі $X-X$	$\frac{l_{efx}}{i_{xn}}$	—
27	λ_{yn}	Те саме відносно осі $Y-Y$	$\frac{l_{efy}}{i_{yn}}$	—
28	φ_n	Коефіцієнт осьового згину	Додаток 7 [4]	—

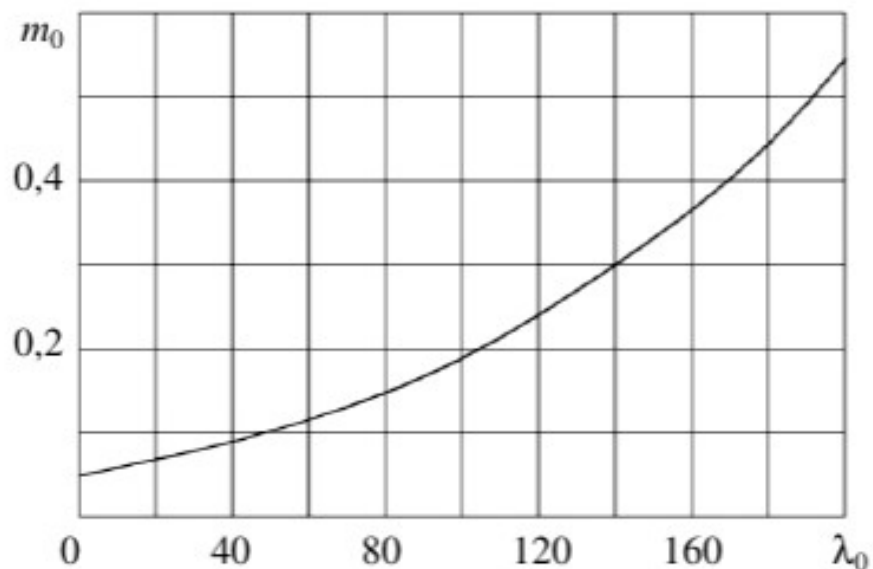


Рисунок В.1 - Графік залежності випадкового початкового відносного ексцентриситета від гнучкості

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Рекомендована література

1. Орієнтовний перелік міжнародних та європейських стандартів EN, EN ISO та ISO, які забезпечують впровадження Регламенту (ЄС) N 305/2011 та Єврокодів і відносяться до сфери компетенції із стандартизації Мінрегіону https://law.lica.com.ua/b_text.php?type=3&id=806870&base=1
2. Перелік національних стандартів, що ідентичні гармонізованим європейським стандартам під технічні регламенти станом на 01.08.2024 року https://online.budstandart.com/ua/catalog/klassifikator-po-vidam-dokumentov.html?id_doc=110330&minregion=8382&sort=&search=#goto_8382
3. Про Загальнодержавну програму адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу <https://ips.ligazakon.net/document/T041629?an=66>
4. Сприяння гармонізації національних стандартів до стандартів і норм ЄС та міжнародних стандартів ISO 14000, ISO 19000 та стимулювання залучення інвестицій <https://exportstrategy.me.gov.ua/measure/measure/31>
5. Настанова основи проектування конструкцій (EN 1990:2002, IDN) ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2. 267 с. <https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/proektuvannya-mk-mizhnarodna-gilka-standarty/4-dstu-n-b-en-1990-2008-vrokod-osnovi-proektuvannya-konstrukcij-z-zm-nami-1-2-3.pdf>
6. Приклади розрахунку сталевих конструкцій будівель відповідно до Єврокодів 3 і національними додатками України (2 видання) <https://uscc.ua/uploads/page/images/publications/eurocodes/rozrahunok-stalevih-konstrukcij-budivel-vidpovidno-do-yevrokodu-3.pdf>
7. Розрахунок сталевих конструкцій будівель відповідно до Єврокоду 3 та Національних додатків України, Посібник до ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1:2010

<https://uscc.ua/uploads/page/images/publications/eurocodes/eurocode3in1.pdf>

8. Навчальне видання "Проектування сталезалізобетонних конструкцій будівель відповідно до Єврокоду 4" <https://uscc.ua/navchalne-vidannya-proektuvannya-stalezalizobetonnikh-konstruktsiy-budivel-vidpovidno-do-vrokodu-4>
9. ISO 2394 General principles on reliability for structures <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/58036/95a0ca038ca34b6b96703690f40594ca/ISO-2394-2015.pdf>
10. ISO 3898 Bases for design of structures — Names and symbols of physical quantities and generic quantities <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/55262/40f4461752954b79857181514e2a7467/ISO-3898-2013.pdf>
11. EN 1990:2002 Eurocode-Basis of structural design, 119 p. <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2015/12/en.1990.2002.pdf>
12. Матеріали на платформі СЕЗН ЗНУ Moodle у профілі дисципліни: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=16188>

Нормативні документи

1. ДБН А.1.1-1:2009. Система нормування та стандартизації у будівництві Київ: Мінрегіон України, 2009 с. 13. <https://document.vobu.ua/wp-content/uploads/DBN/DBN-A.1.1-1-2009.pdf>
2. ДБН А.1.1-94:2010. Проектування будівельних конструкцій за Єврокодами. Основні положення. Чинний з 01.07.2013. Київ, Мінрегіонбуд України, 2012. 34 с. https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2022/08/Zmina2-DBN-A_1_1-94-2010.pdf
3. ДСТУ-Н Б EN 1990:2008 Єврокод. Основи проектування конструкцій (EN 1990:2002, IDT). Чинний із 01.07.2013. Київ, Мінрегіонбуд України, 2009. 101 с. <https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/proektuva>

[nnya-mk-mizhnarodna-gilka-standarty/4-dstu-n-b-en-1990-2008-vrokod-osnovi-proektuvannya-konstrukc-j-z-zm-nami-1-2-3.pdf](https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/proektuvannya-konstrukc-j-z-zm-nami-1-2-3.pdf)

4. ДСТУ-Н Б EN 1991-1-1:2010 Єврокод 1: Дії на конструкції. Частина 1-1. Загальна вага, власна вага, експлуатаційні навантаження для споруд (EN 1991-1-1:2002, IDT). Чинний з 01.07.2014. Київ, Мінрегіонбуд України, 2012. 57 с.
<https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/proektuvannya-mk-mizhnarodna-gilka-standarty/DSTU-N-B-EN-1991-1-1.pdf>
5. ДСТУ-Н Б EN 1992-1-1:2010. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1992-1-1:2004, IDT). Чинний з 01.07.2013. Київ, Мінрегіонбуд України, 2012. 312 с.
<https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/proektuvannya-mk-mizhnarodna-gilka-standarty/dstu-n-b-en-1992-1-1.pdf>
6. ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:201X Єврокод 2 Проектування залізобетонних Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1992-1-2:2004, IDT), 129 с.
<https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/proektuvannya-mk-mizhnarodna-gilka-standarty/dstu-n-b-en-1992-1-2.pdf>
7. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1:2010. Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1993-1-1:2005, IDT). Чинний з 01.07.2013. Київ, Мінрегіонбуд України, 2011. 154 с.
<https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/proektuvannya-mk-mizhnarodna-gilka-standarty/dstu-n-b-en-1993-1-1.pdf>
8. ДСТУН Б EN 1994-1-1:2010 Єврокод 4. Проектування сталезалізобетонних конструкцій. Частина 1-1: Загальні правила і правила для споруд. Чинний з 01.08.2012. Київ, Мінрегіонбуд України, 2011. 159 с.

<https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/proektuvannya-mk-mizhnarodna-gilka-standarty/dstu-n-b-en-1994-1-1.pdf>

9. ДСТУ-Н Б EN 1995-1-1:2010 Єврокод 5. Проектування дерев'яних конструкцій. Частина 1-1: Загальні правила і правила для споруд (EN 1995-1-1:2004, IDT) // 2011. 244 с.
<https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/proektuvannya-mk-mizhnarodna-gilka-standarty/dstu-n-b-en-1995-1-1.pdf>
10. ДСТУ-Н Б EN 1996-1-2:201X Єврокод 6. Проектування кам'яних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1996-1-2:2005, IDT), Київ, Мінрегіонбуд України, 2011. 140 с.
<https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/proektuvannya-mk-mizhnarodna-gilka-standarty/dstu-n-b-en-1996-1-2.pdf>
11. ДСТУ-Н Б EN 1997-1:2010 Єврокод 7. Геотехнічне проектування. Частина 1: Загальні правила (EN 1997-1:2004, IDT) // 2011. 193 с.
<https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/proektuvannya-mk-mizhnarodna-gilka-standarty/dstu-n-b-en-1997-1.pdf>
12. ДСТУ-Н Б EN 1998-1:2012 Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 1: Загальні правила, сейсмичні дії, правила щодо споруд (EN 1998-1:2004, IDT) // 2011. 293 с.
<https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/proektuvannya-mk-mizhnarodna-gilka-standarty/dstu-n-b-en-1998-1.pdf>
13. ДСТУ-Н Б EN 1999-1-1:2010 Єврокод 9. Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-1: Загальні правила для конструкцій (EN 1999-1-1:2007, IDT) // 2011. 370 с.
<https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/proektuvannya-mk-mizhnarodna-gilka-standarty/dstu-n-b-en-1999-1-1-doc.pdf>
14. ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT) Системи управління охороною

- здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. Чинний від 26 червня 2019 р. 39 с.
https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_iso_45001_2019.pdf
15. ДСТУ 1.5:2015 Національна стандартизація. Правила розроблення, викладання та оформлення національних нормативних документів (ISO/IEC Directives Part 2:2011, NEQ). https://udhtu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/03/DSTY_1_5_2015.pdf
16. ДСТУ 1.8:2015 Національна стандартизація. Правила розроблення Програми робіт з національної стандартизації. [Чинний від 2016-04-01]. Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2016. 21с. <https://dntb.gov.ua/wp-content/uploads/2021/02/%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3-1.8-2015.pdf>
17. ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT) Системи управління якістю. Вимоги. 30 с. <https://khoda.gov.ua/image/catalog/files/%209001.pdf>
18. ДСТУ ISO 9001:2015 Системи управління якістю. Вимоги. Поправка. <https://khoda.gov.ua/image/catalog/files/%209001.pdf>
19. ДСТУ 1.7:2015 (ISO/IEC Guide 21-1:2005, NEQ; ISO/IEC Guide 21-2:2005, NEQ) Національна стандартизація. Правила та методи прийняття міжнародних і регіональних нормативних документів. [Чинний від 2015-12-20]. Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2015. 30 с.
URL: https://quality.nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2017/11/dstu_1_7_2015.pdf
20. ДСТУ 1.7:2015 Національна стандартизація. Правила та методи прийняття міжнародних і регіональних нормативних документів. Поправка. URL: https://quality.nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2017/11/dstu_1_7_2015.pdf
21. Закон України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/124-19#Text>
22. Закон України «Про стандартизацію». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1315-18#Text>

Інформаційні ресурси

1. Матеріали на платформі СЕЗН ЗНУ Moodle у профілі дисципліни:
<https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=16188>
2. Наукова бібліотека Запорізького національного університету. URL:
<http://library.znu.edu.ua/>