



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙНУ

КАФЕДРА БУДІВНИЦТВА



БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

Тема 1. Основи розрахунку будівельних конструкцій

Фесенко Олег Анатолійович,
к.т.н., старший викладач
кафедри будівництва

План лекції

- 1) Основні вимоги до конструкцій будівель і споруд
- 2) Мета і методи розрахунку будівельних конструкцій
- 3) Навантаження і впливи на будівельні конструкції
- 4) Коефіцієнти надійності

ЗУ «Про надання будівельної продукції на ринку»

- Набув чинності 01.01.2023 року.
- Дія цього Закону поширюється на будівельну продукцію, що вводитьься в обіг або надається на ринку України.
- Визначає характеристики будівельної продукції, що відносяться до відповідних суттєвих характеристик, пов'язаних із основними вимогами до будівель і споруд, і виражені в рівні або класі, або в описі.

Під час проектування, будівництва та експлуатації об'єктів

- повинно бути забезпечено дотримання основних вимог до будівель і споруд з урахуванням їх функціонального призначення.

Основними вимогами до будівель і споруд є забезпечення:

- механічного опору та стійкості;
- пожежної безпеки;
- гігієни, здоров'я та захисту довкілля;
- безпеки і доступності під час експлуатації;
- захисту від шуму та вібрації;
- енергозбереження та енергоефективності;
- сталого використання природних ресурсів.

Нормативні акти і нормативні документи

- 1. Технічний регламент будівельних виробів, будівель і споруд, постанова КМУ №1764 від 20.12.2006 року*
- 2. ДБН В 1.2-6:2021** *Механічний опір і стійкість*
- 3. ДБН В.1.2-7:2021** *Пожежна безпека*
- 4. ДБН В 1.2-8:2021** *Гігієна, здоров'я та захист довкілля*
- 5. ДБН В 1.2-9:2021** *Безпека і доступність під час експлуатації*
- 6. ДБН В 1.2-10:2021** *Захист від шуму та вібрації*
- 7. ДБН В.1.1-11:2021** *Енергозбереження та енергоефективність*

1) забезпечення механічного опору та стійкості

будівлі і споруди повинні бути запроектовані і побудовані таким чином, щоб навантаження, що діятимуть на них під час будівництва і експлуатації, не призводили до:

- руйнування всієї будівлі або споруди, або її частини;
- значної деформації, що перевищує гранично допустимий ступінь;
- пошкодження інших частин будівлі або споруди, елементів приєднання або встановленого обладнання внаслідок значних деформацій несучих конструкцій;
- пошкодження внаслідок події у ступені, що не відповідає першопричині.

2) дотримання вимог пожежної безпеки

будівлі або споруди повинні бути запроектовані і побудовані таким чином, щоб у разі виникнення пожежі:

- протягом визначеного проміжку часу зберігалася несуча здатність конструкцій;
- було обмежено виникнення та поширення вогню і диму всередині будівлі чи споруди;
- було обмежено поширення вогню на сусідні будівлі і споруди;
- була забезпечена можливість евакуації людей або їх порятунок в інший спосіб;
- враховувалася безпека рятувальників.

3) Гарантування

- гігієни, здоров'я та захисту довкілля. будівлі і споруди не становили загрози гігієні або здоров'ю та безпеці працівників, мешканців чи сусідів;
- безпеки і доступності під час експлуатації. не становили недопустимих ризиків нещасних випадків або ушкоджень, таких як небезпека послизнутися, падіння, зіткнення, опіки, ураження електричним струмом, травми від вибуху і зламів;
- захисту від шуму та вібрації. Рівень шуму та вібрації був зведений до рівня, що не загрожує їхньому здоров'ю і дає можливість спати, відпочивати і працювати в задовільних умовах;
- енергозбереження та енергоефективності. Будівлі і споруди також повинні бути енергозберігаючими та потребувати якомога менше енергії під час будівництва та демонтажу.
- сталого використання природних ресурсів. Використання природних ресурсів було раціональним.

Несуча здатність (або міцність)

- здатність конструкції сприймати (без руйнування) навантаження певного виду і рівня.

Жорсткість

- здатність конструкції чинити опір деформуванню від прикладеного навантаження.

Надійність

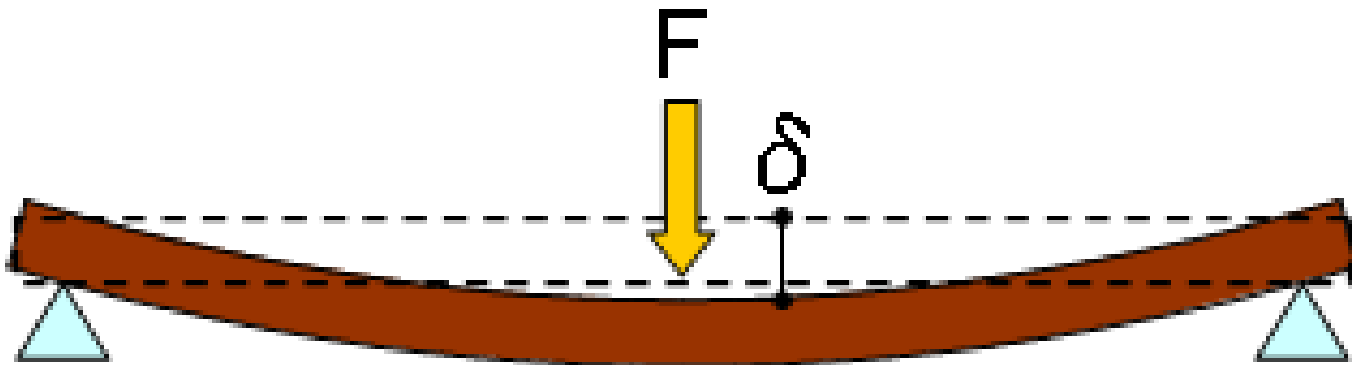
- властивість конструкції виконувати задані функції протягом усього строку служби (терміну експлуатації).

Вогнестійкість

- здатність конструкції зберігати свої несучі та (або) огорожувальні функції за умов пожежі.

2) Мета розрахунку будівельних конструкцій

Розрахунок будівельних конструкцій виконують з метою забезпечення необхідної **міцності, жорсткості та стійкості** при мінімальних витратах **матеріалів, коштів і праці**.



Метод розрахунку за граничними станами

- Граничний стан – стан, за якого подальша експлуатація будівельного об'єкта недопустима, ускладнена або недоцільна;
- Перша група граничних станів – за втратою несучої здатності (або стійкості)

$$F \leq F_u$$

- Друга група граничних станів – за непридатністю до нормальної експлуатації

$$\Delta \leq [\Delta]$$

Обвалення будинку через вибух газу



Руйнування конструкцій будівлі внаслідок пожежі



3) Навантаження і впливи на будівельні конструкції

Класифікація навантажень за ДБН В.1.2-2:2006

- за природою походження – *механічні й немеханічні*;
- за причиною виникнення – *основні й епізодичні*;
- за зміною в часі – *постійні і змінні*;
- за тривалістю дії – *тривалі, короткочасні, епізодичні*

Характеристичне значення навантаження

- основне призначення значення навантаження, визначене в нормах.

Граничне розрахункове

- Значення, що відповідає екстремальній ситуації, яка може виникнути не більше одного разу протягом терміну експлуатації конструкції;
- використовують для перевірки граничних станів 1-ої групи.

Експлуатаційне розрахункове

- Значення, що характеризує умови нормальної експлуатації конструкції;
- використовують для перевірки граничних станів 2-ї групи (виникнення недопустимих переміщень, вібрацій та розкриття тріщин у залізобетонних конструкціях тощо).

Схема навантажень і впливів на будівлю



Рисунок 1.3 – Зовнішній вплив на будівлю:

1 – постійні й тимчасові вертикальні силові дії; 2 – вітер; 3 особливі силові дії (сейсмічні та інші); 4 – вібрації; 5 – боковий тиск ґрунту; 6 – тиск ґрунту; 7 – ґрунтова волога; 8 – шум; 9 – сонячна радіація; 10 – атмосферні опади; 11 – стан атмосфери (змінна температура і вологість, наявність хімічних домішок)

Сполучення навантажень

Сполучення		Коефіцієнт сполучення ψ для навантажень		
Основні	Постійні	Тривалі	Короткочасні	Епізодичні
Постійне + 1 тривале	1,0	1,0	-	-
Постійне + 1 короткочасне	1,0	-	1,0	-
Постійне + тривале + короткочасне	1,0	0,95	0,90	-
Аварійні	1,0	0,90	0,80	1,0
Сейсмічне	0,9	0,8	0,5	1,0

4) Коефіцієнти надійності (запасу)

- γ_f – коефіцієнт надійності за навантаженням;
- γ_m – коефіцієнт надійності за матеріалами;
- γ_d – коефіцієнт умов роботи;
- γ_n – коефіцієнт відповідальності будівлі.

Коефіцієнти надійності за навантаженням γ_f

Конструкції споруд та види ґрунтів, матеріалів	γ_{fm}
Металеві	1,05
Бетонні (густиною $> 1600 \text{ кг/м}^3$), залізобетонні, кам'яні, армокам'яні, дерев'яні	1,10
Матеріали ізоляційні, вирівнювальні та опоряджувальні (плити, матеріали у рулонах, засипки, стяжки тощо): у заводських умовах	1,20
на будівельному майданчику	1,30
Ґрунти:	
у природному заляганні	1,10
насипні	1,15
Снігове і вітрове навантаження (для $T_{ef} = 100$ років)	1,14
Рівномірно розподілені навантаження (від людей, тварин, устаткування, виробів)	1,30
<u>менше ніж $2,0 \text{ кПа (200 кгс/м}^2)$</u>	
<u>$2,0 \text{ кПа (200 кгс/м}^2)$ і більше</u>	1,20

Коефіцієнти надійності за матеріалами γ_m

Матеріал		Перша група ГС		Друга група ГС	
		СТИСК	РОЗТЯГ	СТИСК, РОЗТЯГ	
Бетон важкий і легкий		1,3	1,5	1,0	
Арматура класу	A240		1,05	1,0	
	A400		1,10		
	A500		Ø8-22		1,15
			Ø25-32		1,20
Сталевий прокат			1,025	1,0	
			1,05		
			1,10		
Деревина	Фанера		1,2	1,0	
	Клеєна		1,25		
	Цільна, ДВП		1,3		

Коефіцієнти умов роботи елементів сталевих конструкцій

Таблиця 5.1 – Коефіцієнт умов роботи

Елементи конструкцій	Коефіцієнт умов роботи γ_c
1. Балки суцільного перерізу і стиснуті елементи ферм перекриттів під залами театрів, клубів, кінотеатрів, під трибунами, під приміщеннями магазинів, книго-сховищ і архівів тощо при тимчасовому навантаженні, що не перевищує ваги перекриття	0,90
2. Колони громадських споруд і опор водонапірних башт	0,95
3. Колони одноповерхових виробничих споруд із мостовими кранами	1,05
4. Стиснуті основні елементи (крім опорних) решітки 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

Визначення класів наслідків за ДБН.В.1.2-14:2018

Клас наслідків	Опис	Приклади будівель та цивільних інженерних споруд
СС3	Значні наслідки – втрати людського життя або економічні, соціальні наслідки або наслідки для навколишнього середовища є дуже великими	Трибуни, громадські споруди та будівлі, де наслідки руйнування можуть бути край негативною (наприклад, концертні зали)
СС2	Середні наслідки – втрати людського життя, економічні, соціальні наслідки або наслідки для навколишнього середовища є значними	Житлові та офісні будівлі, громадські будівлі, де наслідки руйнування є середніми (наприклад, офісна будівля)
СС1	Незначні наслідки – втрати людського життя, економічні, соціальні наслідки або наслідки для навколишнього середовища є малими або незначними	Сільськогосподарські будівлі, куди люди, зазвичай, не заходять (наприклад, складські приміщення), теплиці

Характеристика класів наслідків

Таблиця 1 – Класи наслідків (відповідальності) об'єктів

Клас наслідків (відповідальності) об'єкта	Характеристики можливих наслідків відмови об'єкта				
	Можлива небезпека, кількість осіб			Обсяг можливого економічного збитку, м.р.з.п.	Припинення функціонування лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, об'єктів комунікацій, зв'язку, енергетики та інженерних мереж, рівень
	Для здоров'я і життя людей, які постійно перебувають на об'єкті	Для здоров'я і життя людей, які періодично перебувають на об'єкті	Для життєдіяльності людей, які перебувають зовні об'єкта		
СС3 значні наслідки	Понад 400	Понад 1000	Понад 50 000	Понад 50 000	Загальнодержавний
СС2 середні наслідки	Понад 50 до 400 включно	Понад 100 до 1000 включно	Понад 100 до 50 000 включно	Понад 2 500 до 50 000 включно	Регіональний, місцевий
СС1 незначні наслідки	До 50 включно	До 100 включно	До 100 включно	До 2 500 включно	Об'єктовий

Коефіцієнти надійності за відповідальністю γ_n

Клас наслідків (відповідальності)	Будівлі та споруди	Категорія конструкції	Значення коефіцієнта γ_n	
			перша група	друга група
СС3	Промислові об'єкти, АЕС, крупні вокзали, аеропорти, ТРЦ	А	1,250	1,000
		Б	1,200	
		В	1,150	
СС2	Житлові, громадські до 100 м, великі готелі, гуртожитки	А	1,100	0,975
		Б	1,050	
		В	1,000	
СС1	Тимчасові об'єкти, парники, теплиці, складські	А	1,000	0,950
		Б	0,975	
		В	0,950	

Умова міцності конструкції

Площа перерізу

$$F \times \gamma_f \times \gamma_n \leq f_u \times A \times \gamma_d / \gamma_m$$

Навантаження

Міцність
матеріалу

Арка Нового безпечного конфайнменту (НБК)

