

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

В.М. КОЛЯКОВА

БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ (ЗБК)

Конспект лекцій
для студентів спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»,
спеціалізація: «Водопостачання та водовідведення»
та «Гідротехнічне будівництво»
денної та заочної форм навчання

Київ
Видавництво Ліра-К
2021

УДК 624.0.1
К60

Рецензент В.Д. Кріпак, кандидат технічних наук, професор

*Затверджено на засіданні
кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій,
протокол № 27 від 30 червня 2021 року.*

*Затверджено на засіданні навчально-методичної ради Київського
національного університету будівництва і архітектури,
протокол № 3 від 17 грудня 2021 року.*

Видається в авторській редакції.

Колякова В.М.

К60 Будівельні конструкції: конспект лекцій / В.М. Колякова
Київ : Видавництво Ліра-К, 2021. 146 с.
ISBN 978-617-520-309-5

Розглянуті основні відомості про будівельні конструкції, наведені основні поняття з визначенням основних вимог до розрахунку та конструюванню елементів споруд. Наведено фізико-механічні властивості матеріалу. Розглянуті основи розрахунку та конструювання залізобетонних конструкцій споруд та їх частин.

Призначено для студентів, які навчаються за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія», спеціалізація: «Водопостачання та водовідведення» та «Гідротехнічне будівництво» денної та заочної форм навчання.

УДК 624.0.1

ISBN 978-617-520-309-5

© В.М. Колякова, 2021

© КНУБА, 2021

© Видавництво Ліра-К, 2021

ЗМІСТ

Вступ	6
ТЕМА 1. Сучасні будівельні конструкції та галузі їх застосування	8
1.1. Розвиток будівельних конструкцій	9
1.2. Області застосування будівельних конструкцій	10
1.3. Вимоги до будівельних конструкцій.....	12
1.4. Переваги та недоліки будівельних конструкцій	13
1.5. Типи будівель і споруд	14
ТЕМА 2. Суть залізобетону. Основні фізико-механічні властивості бетону, арматури та залізобетону.....	17
2.1. Суть та види залізобетону.	17
2.2. Структура бетону, його міцнісні характеристики.....	18
2.3. Класифікація бетонів.	19
2.4. Переваги та недоліки залізобетонних конструкцій	20
2.5. Міцнісні та деформативні характеристики бетону.	21
ТЕМА 3. Арматура для залізобетонних конструкцій.....	26
3.1. Призначення та види арматури.....	26
3.2. Механічні та деформаційні властивості арматури	29
3.3. Арматурні зварні вироби.....	31
ТЕМА 4. Основні положення розрахунку будівельних конструкцій за граничними станами	34
4.1. Навантаження та впливи.	34
4.2. Коефіцієнти надійності. Коефіцієнти умов роботи.	35
4.3. Сполучення навантажень	36
4.4. Нормативні та розрахункові опори матеріалів.....	37
4.5. Граничні стани будівельних конструкцій. Поняття граничного стану, дві групи граничних станів	39
ТЕМА 5. Основи теорії опору залізобетону і методи розрахунку ЗБК	41
5.1. Етапи розрахунку конструкцій	41
5.2. Стадії напружено-деформованного стану перерізу залізобетонного елемента.....	41
ТЕМА 6. Згинальні елементи.....	45
6.1 Конструктивні особливості згинальних елементів.....	45

6.2. Розрахунок міцності прямокутного перерізу згинальних елементів. Основні параметри прямокутного перерізу.....	48
6.3. Визначення несучої здатності перерізів згинальних елементів прямокутного профілю з одиночною арматурою	55
6.4. Розрахунок згинальних елементів таврового та двотаврового профілю.....	61
6.5. Алгоритм розрахунку таврових перерізів.....	64
6.6. Алгоритм визначення несучої здатності таврових перерізів.....	66
 ТЕМА 7. Залізобетонні плити покриття та перекриття	68
7.1. Основні положення.....	68
7.2. Монолітні покриття та перекриття.....	68
7.3. Збірні покриття і перекриття.....	70
7.4. Типи збірних ригелів.....	73
 ТЕМА 8. Попередньо напружені залізобетонні конструкції	75
8.1. Способи виготовлення попередньо напружених конструкцій.....	75
8.2. Втрати попереднього напруження в арматурі.....	78
 ТЕМА 9. Стиснуті елементи	82
9.1. Конструктивні особливості.....	82
9.2. Розрахунок міцності позацентрово стиснутих елементів прямокутного профілю при розрахункових ексцентриситетах.....	88
 ТЕМА 10. Розтягнуті елементи.....	94
10.1. Конструктивні особливості розтягнутих елементів.....	94
10.2. Розрахунок міцності центрально-розтягнутих елементів	95
10.3 Розрахунок міцності позацентрово-розтягнутих елементів прямокутного перерізу	96
10.4. Алгоритм визначення кількості арматури [1, 8, 9, 11, 13]:	98
 ТЕМА 11. Залізобетонні резервуари.....	100
11.1 Основні відомості.....	100
11.2. Розрахунок та конструювання монолітного залізобетонного покриття резер-вуару	102
11.3. Розрахунок і конструювання другорядної балки	108
11. 3.1. Розрахункові схема і прольоти, визначення навантажень та зусиль.....	109
11.3.2. Розрахунок міцності нормальних перерізів.....	111
11.3.3. Підбір перерізу поздовжньої робочої арматури.....	113
11.3.4. Розрахунок похилих перерізів	115
11.4. Вимоги до конструювання залізобетонних згинальних елементів.....	119

ТЕМА 12. Розрахунок залізобетонних конструкцій за II групою граничних стан	122
12.1. Розрахунок за утворенням нормальних тріщин	122
12.2 Центрально розтягнуті елементи	123
12.3 Згинальні елементи.	124
12.4. Розрахунок ширини розкриття нормальних тріщин	126
12.5 Розрахунок ширини розкриття похилих тріщин	130
12.6. Розрахунок прогинів залізобетонних елементів	132
12.7. Робота збірного залізобетонного елемента без тріщин	133
 Методичне забезпечення дисципліни	 136
 Додаток 1	 140
Додаток 2	141
Додаток 3	142
Додаток 4	143
Додаток 5	144

ВСТУП

Будівлі та споруди зводять для забезпечення побутових, виробничих і культурних потреб людини.

За останні роки в Україні удосконалюються показники якості будівництва: поліпшується планування квартир, зростає рівень обслуговування, удосконалюються системи інженерного обладнання, підвищується комфортність житла.

Роль будівельних конструкцій у практиці будівництва постійно підвищується. В результаті дослідження, удосконалюються конструктивні системи, методи розрахунку, матеріали, які гарантують експлуатаційну надійність.

Незалежно від призначення споруди повинні відповідати таким експлуатаційним вимогам:

- мати достатню міцність для того, щоб сприймати експлуатаційне навантаження без руйнування;

- бути придатними до нормальної експлуатації, тобто зручними в експлуатації, відповідати вимогам протипожежної, екологічної, санітарної безпеки;

- бути економічними в експлуатації і мати привабливий зовнішній вигляд;

- конструкції мають бути ремонтпридатними, зручними в експлуатації та при реконструкції.

В залежності від призначення в проекті споруди відповідно до норм передбачають необхідні розміри, міцність, герметичність, теплозахисні та інші експлуатаційні якості.

У конспекті лекцій наведені відомості, необхідні студентам при вивченні курсу та виконанні курсової роботи відповідно до сучасних вимог та нормативних документів.

Мета дисципліни «Будівельні конструкції»: вивчення сучасних конструкцій, які застосовують для спорудження будівель та інженерних споруд; вивчення навантажень та впливів, які діють на конструкції; вивчення властивостей матеріалів, які використовують для виготовлення конструкцій будівель та споруд.

Конспект лекцій містить матеріали, які дають змогу студентам набути знань з курсу «Будівельні конструкції. (ЗБК)».

В систематизованому вигляді висвітлені такі питання: загальні відомості про будівельні конструкції та споруди, їх класифікація; основні поняття з визначення вимог, які пред'являють до споруд та їх елементів; навантаження та впливи; розглянуті основні фізико-механічні властивості бетону та арматури, основні положення

розрахунку будівельних конструкцій за граничними станами, основи теорії опору залізобетону і методи розрахунку ЗБК, конструктивні особливості згинальних, стиснутих та розтягнутих елементів, типи перекриттів та покриттів, відомості про попередньо напружені конструкції, конструктивні рішення резервуарів та розрахунок конструкцій за 2 групою граничних станів.

Мета конспекту лекцій – допомогти студентам самостійно закріпити навчальний матеріал з курсу «Будівельні конструкції».

Кожна лекція відповідає робочій програмі та картки дисципліни- силабусу дисципліни та темі конспекту.

ТЕМА 1.

СУЧАСНІ БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ ТА ГАЛУЗІ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

Метою курсу є вивчення дисципліни будівельні конструкцій.

Будівельні конструкції складають споруди та їх частини, які призначені для сприймання навантажень та дій. Їх розміри визначають розрахунками за міцністю, стійкістю, тріщиностійкістю та за деформаціями.

Будівельні конструкції виготовляють з будівельних матеріалів, таких як: сталь, бетон, залізобетон, камінь, дерево та пластмаси, а їх перерізи визначають за допомогою розрахунків.

Металеві конструкції використовують в каркасах та покриттях великопрольотних будівель різного призначення, в механічному обладнанні гідротехнічних споруд (смиттяутримуючи ґрати), в напірних трубопроводах (турбінні, магістральні та інші), в резервуарах та водонапірних баштах, мостах та переходах.

Дерев'яні конструкції використовують для виготовлення несучих елементів різних споруд невеликого прольоту (будівель, башт, акведуків, мостів тощо) у тимчасових конструкціях, таких як риштування, опалубки.

Бетонні та залізобетонні конструкції займають перше місце у будівництві їх застосування практично необмежене. Вони мають високу міцність, довговічність, вогнетривкість, водонепроникливість.

Конструкції із пластмас. Пластмаси використовують для:

- суміщених панелей стін і покриттів;
- світлопрозорих огорожувальних конструкцій;
- оболончастих покриттів;
- пневматичних конструкцій.

Використання пластмасових конструкцій винятково доцільно за рахунок їх малої маси в збірно-розбірному будівництві; у будівництві, яке виконують у віддалених важкодоступних районах та в районах з підвищеною сейсмічністю. Крім того, за рахунок високої стійкості до корозії використання пластмас є ефективним у будівлях з хімічно агресивним середовищем.

Будівельні конструкції – це елементи будівель і споруд, які виконують несучі, огорожуючі чи суміщені функції. Несучі конструкції сприймають навантаження та впливи, забезпечують міцність, жорсткість та тріщиностійкість будівель і споруд. Огорожувальні конструкції призначені для ізоляції внутрішньої

конструкції від зовнішнього середовища або між собою з урахуванням вимог щодо міцності, теплоізоляції, гідроізоляції тощо.

1.1. Розвиток будівельних конструкцій

Першим будівельним матеріалом були каміння та деревини (V-VI тис років до н.е.).

У 1776 році винахідник Кулібін запроєктував арочний міст прольотом 298 м, він працював над ним 20 років (рис.1.1.).



Рис. 1.1. Міст Кулібіна.

Перші металеві конструкції в будівництві з'явилися наприкінці 18 сторіччя, але поширено не використовувались.

Сучасні металеві конструкції поширено використовують у будівництві великопрольотних будівель: виставкові зали, спортивні комплекси, театри, кінотеатри, цехи, ангари для літаків тощо (рис. 1.2).



а



б

Рис.1.2. Сучасні металеві конструкції.

а – кроквяна система

б – металеві ферми покриття

Залізобетон – як будівельний матеріал відомий з середини 19 сторіччя. У 1850 році француз Ламбо виготовував з металевих стержнів каркас човна з дротяної сітки і обмазав цементним розчином товщиною 4 – 5 см.

У Росії початок використання залізобетону в будівництві припадає на 1886 р., коли в одній з московських будівельних контор було відкрито відділ бетонних та залізобетонних робіт.

У 1904 р. у місті Миколаєві вперше в світі було збудовано залізобетон-ний маяк заввишки 40 м (рис.1.3).

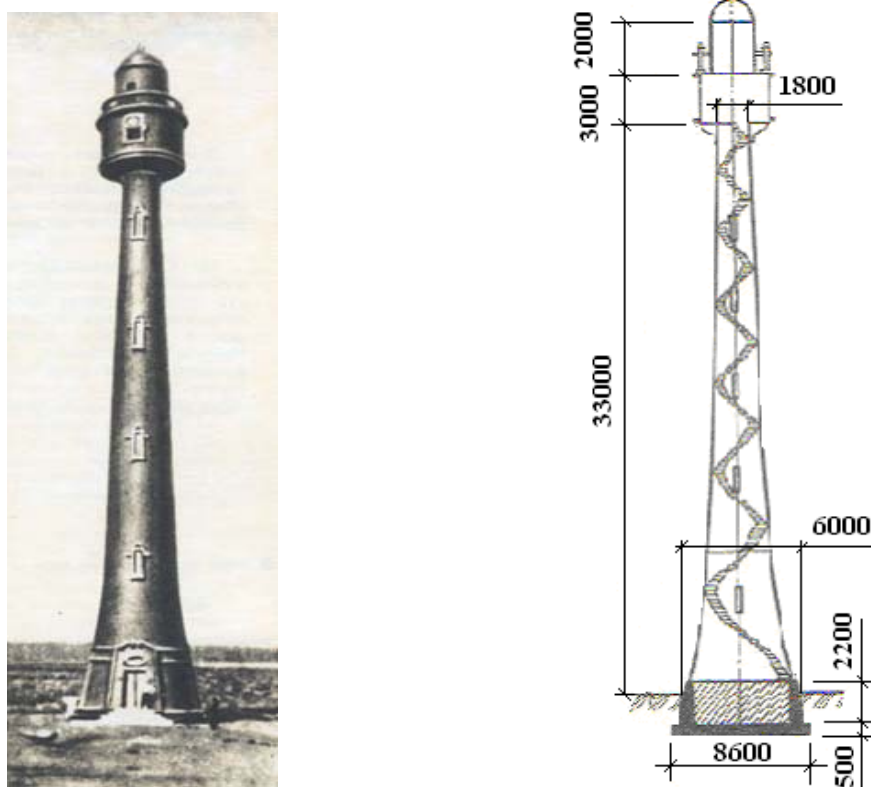


Рис. 1.3. Залізобетонний маяк в м. Миколаєві

На всесвітній виставці в Парижі у 1900 році залізобетон був визнаний, як надійний будівельний матеріал.

1.2. Области застосування будівельних конструкцій

Зараз існує чотири основні матеріали для виготовлення несучих інженерних конструкцій: залізобетон, метал, дерево, пластмаса.

Вибір матеріалу для конструктивних елементів будівель і споруд проводять за вимогами, які пред'являють до споруд з урахуванням умов експлуатації, довговічності, вогнетривкості тощо.

1. Залізобетонні конструкції використовують при будівництві житлових, громадських, промислових, сільськогосподарських,

транспортних, енергетичних спорудах тощо. Ці конструкції можуть бути монолітними, збірними та збірно-монолітними.

Монолітні конструкції споруджують безпосередньо на будівельних майданчиках. Ці конструкції мають низку позитивних якостей: відсутність стиків, нерозрізненість конструкцій, більш висока жорсткість і монолітність, що знижує витрати матеріалів, збільшує довговічність.

В останні роки монолітні залізобетонні конструкції набувають все більшого розвитку, їх успішно застосовують на будівництві і при ремонті житлових та громадських будівель, промислових та інженерних споруд.

Збірні залізобетонні конструкції у сучасному будівництві достатньо поширені, їхні основні переваги: висока індустріальність та можливість використання дешевих місцевих будівельних матеріалів.

Іноді доцільно використовувати збірно-монолітні залізобетонні конструкції, які практично не потребують опалубки (її роль відіграють збірні частини конструкцій) і відрізняються простотою.

2. Металеві конструкції застосовують, як основні несучі конструкції промислових будівель, транспортних галерей, відкритих кранових естакад тощо. В останні роки спостерігається розширення обсягів використання металевих будівельних конструкцій.

3. Дерев'яні конструкції використовують в основному для спорудження тимчасових будівель і споруд, виготовлення опалубки та риштування, а також для будівництва сільськогосподарських об'єктів.

Дерев'яні несучі і огорожувальні конструкції, переважно клеєні, знаходять використання в промислових будівлях з агресивним середовищем по відношенню до залізобетонних і металевих конструкцій (наприклад, на підприємствах добування і переробки кам'яних солей, калійних добрив тощо), а також в збірно-розбірних будинках різного призначення при заводському виготовленні.

4. Пластмаси доцільні для виготовлення плит покриття, стінових панелей, труб, інженерних комунікацій, просторових конструкцій тощо.

Пластмаси доцільно використовувати:

- – суміщених панелей стін і покриттів;
- – світлопрозорих огорожувальних конструкцій;
- – оболончастих покриттів;

- – пневматичних конструкцій.

Використання пластмасових конструкцій доцільно за рахунок малої ваги в збірно-розбірному будівництві; у будівництві, у віддалених важкодоступних районах та в районах з підвищеною сейсмічністю.

Крім того, за рахунок високої стійкості до корозії використання пластмас є ефективним у будівлях з хімічно агресивним середовищем.

1.3. Вимоги до будівельних конструкцій

Будь-яка будівельна споруда повинна відповідати вимогам: функціональної доцільності, конструктивної надійності та довговічності, бути економічною та мати мінімальну матеріаломісткість.

Вимоги функціональної доцільності – це максимально відповідність конструктивного елемента будівлі тим функціональним процесам, для яких вона призначена.

Конструктивну надійність конструкції забезпечує її міцність, вертикальна стійкість, просторова жорсткість, довговічність та вогнетривкість.

Надійність - це здатність конструкції виконувати задані функції упродовж розрахункового періоду експлуатації. *Надійність* конструкцій, будівель та споруд забезпечується якістю вихідних матеріалів, виготовлення конструкцій, виконання проектних і будівельно-монтажних робіт, своєчасним проведенням ремонтних робіт. Надійність будівель підвищується за умови забезпечення загальної міцності, просторової жорсткості та стійкості будівель, з підвищенням міцності з'єднання конструкцій та їх елементів.

Міцність – це здатність сприймати силові навантаження та впливи без руйнування та істотних залишкових деформацій.

Стійкість – це здатність зберігати рівновагу від перекидання або зсуву при силових навантаженнях і впливах.

Жорсткість – це здатність зберігати незмінну геометричну форму, виконувати свої статичні функції з незначними деформаціями.