

# Л е к ц і я 1. Загальні положення. Історія розвитку. Матеріали ЗБК.

## П л а н

- 1.1. Загальні відомості про залізобетон.
- 1.2. Історія розвитку науки і техніки у галузі залізобетону. Роль українських вчених у розвитку науки про залізобетонні конструкції.
- 1.3. Залізобетон - як матеріал. Можливості створення цього матеріалу.
- 1.4. Основні вимоги, які висувають до залізобетону, класифікація, достоїнства та недоліки.
- 1.5. Загальні відомості про залізобетон

Дисципліна «Будівельні конструкції» вивчає теорію, розрахунки та правила експлуатації будівель та споруд різних систем і різні будівельні матеріали. Курс базується на знаннях опору матеріалів, будівельної механіки, будівельних матеріалів, основ, фундаментів та архітектури промислових будівель.

Дисципліна складається з двох розділів:

1. Залізобетонні конструкції.
2. Металеві конструкції, дерево та пластмаси.

У наш час для виготовлення будівельних конструкцій у промисловому будівництві використовуються:

залізобетон - 75 %  
цегляна кладка - 16 %  
метал - 2 %  
дерево та  
пластмаси - 7 %

Таким чином, основна маса конструкцій виготовляється із залізобетону, тому вивченню цього розділу приділяється велика увага. Питання розрахунку залізобетонних конструкцій та їх спорудження є найбільш складним у галузі проектування та будівництва промислових будівель; і від його успішного розв'язання, у значній мірі, залежить вартість споруди в цілому, надійність її в експлуатації. Задачі, поставлені перед будівельниками, нерозривно пов'язані з підвищенням рівня індустріалізації будівельного виробництва та якості конструкцій. Студенти, які починають вивчати курс залізобетонних конструкцій, вже засвоїли принципи об'ємно-планувальних рішень будов та споруд і знають визначення їх геометричних параметрів.

1.2. Історія розвитку науки і техніки у галузі залізобетону. Роль українських вчених у розвитку науки про залізобетонні конструкції

Виникнення залізобетону викликане періодом прискореного розвитку промисловості, торгівлі та транспорту у другій половині XIX сторіччя, коли постала необхідність у будівництві великої кількості фабрик, заводів, мостів, портів та інших споруд. Технічні можливості виробництва залізобетону вже були: цементна промисловість та чорна металургія були досить розвинуті.

Протягом усієї історії людство будувало споруди з каменю та дерева. З розвитком металургії у XVII та XVIII сторіччях почали використовувати чавун для стиснутих елементів. А сталь почали використовувати тільки в XIX сторіччі. Раніше сталь використовувалася тільки для виготовлення зброї, тому що вона була дуже дорога. З розвитком ливарного виробництва сталь перестала бути рідкісним матеріалом, але залишилася все ж таки дорогим матеріалом навіть у наш час.

Поєднав бетон і сталь у 1864 році французький садівник, він виготовляв форми для квітів і здогадався свій винахід запатентувати. Це і є точка відрахунку винаходу залізобетону, хоча конструкції з армованого цементу вже застосовувались у Франції (Ламбо, 1850, Куаньє, 1854), Англії (Уілкісон, 1854). Але минуло майже 20 років, поки цей винахід почали застосовувати у будівництві. Тільки у 1885 році зареєстровано перші залізобетонні будівельні конструкції. З цього часу залізобетон почав швидко поширюватися і витіснити інші будівельні матеріали.

Створення перших теоретичних основ розрахунку залізобетону та принципів його конструювання пов'язане з роботами таких інженерів як Консидера, Геннебіка (Франція) Кеннена, Мерша (Німеччина). До кінця XIX сторіччя склалась теорія розрахунків залізобетону за допустимими напруженнями, яка заснована на принципах опору матеріалів.

У Росії розвиток залізобетону пов'язаний з дослідженнями професора Белелюбського Н. А. (з 1885 р.), Абрамова Н. Н., Некрасова Н. Н.

З розвитком будівництва виявлялися недоліки залізобетону як поєднання двох лінійно-деформованих матеріалів за умовно допустимими напруженнями. В кінці 1931 року А. В. Лолейт висунув принципи нової теорії розрахунків залізобетону за руйнівними силами. Основою цієї теорії є те положення, що при згині залізобетонної балки, внаслідок розвитку пластичних деформацій в арматурі та бетоні у стадії руйнування, напруження досягають граничних значень, що й визначає руйнівний момент. На підставі теорії розрахунків залізобетону за руйнівними силами у 1956 році професором Гвоздевим А. А. була запропонована нова теорія розрахунків за граничними станами, якою користуються зараз.

Застосування залізобетонних конструкцій у будівництві в нашій країні можна розподілити на два періоди, у залежності від інтенсивності впровадження.

Перший період закінчився 1945-1946 року. У цей період залізобетон застосовували, в основному, в промисловому та гідротехнічному будівництві у вигляді монолітних елементів або споруд у цілому.

Другий період почався після Великої Вітчизняної війни і продовжується

до цього часу. Він характеризується широким та інтенсивним застосуванням залізобетону не тільки у промисловому, але й у цивільному житловому, транспортному, дорожньому та сільськогосподарському будівництві.

Застосування збірного залізобетону зробило переворот у будівельній техніці. Значного прогресу було досягнуто і в галузі розрахунків залізобетонних конструкцій. Організовано проектування типових конструкцій, створено номенклатуру уніфікованих та типових залізобетонних виробів масового виробництва.

### 1.3. Залізобетон - як матеріал. Можливості створення цього матеріалу

Залізобетоном називається будівельний матеріал, в якому по'єднані у монолітне ціле бетон та сталь (тобто арматура). Чому ж тоді називаємо залізобетон, а не сталобетон? Це пов'язано з розвитком науки та техніки XIX сторіччя, коли будь-який сталевий метал називали залізом. Але ми знаємо, що залізо у чистому вигляді може існувати тільки у лабораторних умовах, а будь-яка суміш заліза з іншими хімічними елементами - це вже сталь.

Що ж дало змогу по'єднати такі, здається, різні елементи як камінь (бетон) та сталь?

Спільна робота заліза та бетону можлива тільки завдяки таким їх властивостям:

1. Однаковому коефіцієнтові лінійного розширення бетону та сталі:  
для бетону - 0,00001 - 0,000015;  
для сталі - 0,000012.

Сама природа зумовила, щоб людство колись використало цей фактор і створило штучний матеріал.

2. Властивість зчеплення, або її ще називають - властивість склеювання, між бетоном та поверхнею арматури, яке виникає при твердінні бетону.
3. Захищеність сталевий арматури від корозії.

Які ж іще властивості дозволяли залізобетону швидко розвиватися і витіснити інші будівельні матеріали? Ось вони:

1. Бетон, крім сталі, складається з місцевих будівельних матеріалів: щебню, піску, води.
2. Бетон - це штучний камінь, який створюється за звичайних температурних і вологісних умов.

3. За міцністю він не дуже відрізняється від природних каменів і цілком задовольняє потреби будівництва.

Раніше було сказано, що залізобетон - це поєднання бетону та сталі у монолітне ціле. Виникає запитання, скільки необхідно сталі, щоб виготовити залізобетонний елемент.

Роздивимося зігнутому під навантаженням балку. Через опір матеріалів у поперечному перерізі балки виникнуть стиснута та розтягнута зони. В умовах пружного матеріалу ці зони однакові. Залізобетон не належить до пружного

матеріалу, бо, як і природний камінь, бетон лише дуже добре працює на стиск і дуже погано - на розтяг. Це знали наші далекі предки, тому камінь у конструкціях будівель ставили працювати тільки на стиск. Для цього над вікнами та дверима робили арки або замки. Камінь на стиск працює в 10-20 разів краще, ніж на розтяг. Таким чином, у нашому випадку зона стиску у бетонній балці повинна бути в 10 разів меншою, ніж зона розтягу, тоді конструкція буде у рівновазі. Це збільшує габарити конструкції та її власну вагу. Щоб уникнути цього, у розтягнену зону ставлять сталевий стержень, який сприймає всю розтягувальну силу. Для урівноваження стиснутої та розтягнутої зон необхідно поставити 2 - 3% площі арматури від загальної площі бетонного перерізу. Цей фактор і зумовив економічність залізобетону та його широке застосування.

#### 1.4. Основні вимоги, які висувують до залізобетону, класифікація, достоїнства та недоліки

Перш за все перерахуємо ті основні достоїнства, які надали змогу залізобетону стати основним будівельним матеріалом у наш час:

1. Достатня для практичних цілей міцність та жорсткість, при цьому міцність з часом стає ще більшою.
2. Довговічність, яка може бути при щільному бетоні та достатній величині захисного шару.
3. Вогнестійкість; звичайний бетон витримує температуру до 200-400 °С.
4. Можливість надання будь якої форми та окреслення.
5. Дуже низькі витрати в процесі догляду за конструкціями під час експлуатації.
6. Можливість індустріалізації, тобто виготовлення конструкцій на заводах.

Недоліки:

1. Дуже велика теплопровідність.
2. Дуже велика звукопровідність.
3. Велика власна вага, що впливає на енергозатрати.

Класифікація залізобетонних конструкцій.

- 1) В залежності від технології виготовлення, залізобетон може бути:
  - а) збірним;
  - б) монолітним;
  - в) збірно-монолітним.
- 2) В залежності від стану арматури:
  - а) звичайний залізобетон;
  - б) залізобетон з попереднім напруженням арматури.
3. В залежності від функціонального призначення:
  - а) залізобетон, який застосовується для виготовлення несучих конструкцій,

- б) залізобетон, який застосовується для виготовлення обгороджувальних конструкцій;
- в) залізобетон, який застосовується для гідротехнічних конструкцій.

Основні вимоги, які висувають до залізобетону:

1. Залізобетонний елемент повинен мати визначену щільність, проектну міцність бетону та сталі.
2. Арматурний каркас або сітка повинні займати у поперечному перерізі проектне положення.
3. Для залізобетонних конструкцій мінімально допустимий проектний клас за міцністю на стиск важкого бетону - В 12,5, бетону на ніздрюватих заповнювачах та пористого - В10.
4. Строк твердіння бетону, при якому досягається його проектний клас за міцністю, сягає 28 діб, але передаточна міцність повинна складати не менше 70% проектної марки бетону.
5. Проектна марка арматури визначається її класом, способом виробництва, діаметром та технологією виготовлення.

Запитання для перевірки

1. Основні етапи розвитку залізобетонних конструкцій.
2. Коли і які вчені були авторами розробки теорії розрахунків залізобетонних конструкцій?
3. Які фактори дали змогу з'єднати в монолітне ціле бетон та сталь?
4. Які достоїнства та недоліки залізобетонних конструкцій?  
Скільки арматури розподіляється у поперечному перерізі залізобетонного елемента?