

Лекція 1

Поняття про в'язучі матеріали, будівельні розчини та бетони, історичний шлях та основні тенденції їх розвитку

В'язучі матеріали, а також бетони та будівельні розчини на їх основі – одні з найстаріших і найважливіших будівельних матеріалів. Важко навіть уявити, як можна без цих матеріалів збудувати різні будівлі і споруди, інженерні комунікації тощо.

Впродовж багатьох тисячоліть розвивалося і вдосконалювалося застосування бетонів і будівельних матеріалів при будівництві найбільш величних споруд стародавнього світу. Так, наприклад, уже за 3 600 років до нашої ери були збудовані галереї єгипетського лабіринту, важливі гідротехнічні і культові споруди, мости тощо. В Карфагені Адгорський акведук збудовано з бетону на вапняному в'язучому і мармуровому щебені. На американському континенті, в Мексиці, знайдені бетонні фундаменти древніх споруд давно зникнутої культури, в Китаї – значна частина Великої китайської стіни.

В стародавньому Римі будівельники вперше застосували бетон у II столітті до нашої ери на будівництві гідротехнічних споруд при зведенні молу в порту Калігула біля Неаполю, при спорудженні великого храму Пантеон із бетонним куполом діаметром більш як 40 м.

В середні віки застосування бетону було досить обмежено. Спочатку бетон використовували для зведення масивних стін і фундаментів, але вже в XV столітті бетонні роботи були майже повністю припинені.

Друге народження цього будівельного матеріалу відносять до початку XIX століття завдяки появі нових гідравлічних в'язучих – гідравлічного вапна, романцементу і особливо портландцементу.

У 1811 році інженер Луї Віка збудував міст через річку Дордонь у Франції. Конструкції опор і фундаментів цього мосту були виготовлені із бетону на гідравлічному вапні.

У 1834 році в Англії збудовані морські гідротехнічні споруди (док і набережні) з бетону на гідравлічному вапні, замішаному на гарячій воді.

У 1836 році в Англії з'явилася перша праця, написана Годвиним – «Природа і властивості бетону і його використання в будівництві». У 1865 році в Англії видається перший патент на спосіб зведення бетонних споруд у дерев'яній опалубці.

Дуже важливою подією для розвитку технології бетону був винахід портландцементу. Ця подія відбулась на початку XIX століття майже одночасно в Росії (Є.Г. Челієв) і Англії (Дж. Аспдін).

До 1880 року вже були збудовані тисячі різних споруд із бетону. Німецькі спеціалісти Вайс і Баушінгер вперше виконали наукові дослідження міцності і вогнестійкості залізобетонних конструкцій, зчеплення бетону з арматурою і збереження її в бетоні. В 1885 році з'явилися перші залізобетонні конструкції. В 1891 році професор М.А. Белелюбський виконав ґрунтовні експерименти з метою визначення несучої здатності залізобетонних конструкцій, які працюють на згин (плити, елементи склепінь тощо). Отримані результати досліджень значною мірою сприяли широкому впровадженню в будівництво різних залізобетонних конструкцій.

В 1901 році з'їзд Німецького бетонного об'єднання затвердив перші Норми випробування міцності бетону, в яких встановлені стандартні (однотипні) способи виготовлення і випробування контрольних зразків. В 1905 році в Німеччині розроблені норми по зведенню і випробуванню споруд із трамбованого бетону.

В останні десятиріччя сфера і обсяги застосування бетонів різних видів розширюються у зв'язку з тим, що поряд із збірним будівництвом, все більшу увагу наших будівельників привертає зведення будівель і споруд із монолітного бетону і залізобетону. Як показує вітчизняний і закордонний досвід, за певних умов монолітний бетон за деякими техніко-економічними показниками має суттєві переваги в порівнянні зі збірним бетоном.

Останні десятиріччя двадцятого століття відзначені суттєвими досягненнями в технології бетону. З'явилися і набули широкого розповсюдження нові ефективні в'язучі, модифікатори для в'язучих і бетонів, активні мінеральні добавки і наповнювачі, армуючі волокна, нові технологічні прийоми і методи утворення будівельних композитів. Все це дозволило не тільки створити і освоїти виробництво нових видів бетону, але і значно розширити номенклатуру виробів і конструкцій, а також і галузь їхнього застосування в будівництві від суперлегких теплоізоляційних (середня щільність менше 100 кг/м³) до високоміцних, конструкційних (з міцністю на стиск більше 200 МПа). Найбільш повні сучасні можливості технології бетону отримали при створенні і виробництві високоякісних, високотехнологічних бетонів. Застосування високорухливих і литих бетонних сумішей з обмеженим водовмістом дозволяє одержати міцність бетону на стиск у віці двох діб 30...50 МПа, у віці 28 діб 60...150 МПа, морозостійкість F600 і вище, водонепроникність W12 і вище, водопоглинання менше 1...2% за масою, стиранність не більше 0,3...0,4 г/см², регульовані показники деформативності, в тому числі з компенсацією усадки, у віці 14...28 діб нормального тверднення, високу газонепроникність. В реальних умовах прогнозований термін служби такого бетону перевищує 200 років. Можливе отримання і супердовговічних бетонів з терміном служби до 500 років.

Розробка спеціальних цементів для особливо високоміцних бетонів і нові технології відкривають принципово нові можливості синтезу міцності.

Розроблені так звані DSP – композити (ущільнені системи, що вміщують гомогенно розподілені ультрамалі частинки) з міцністю на стиск більше 250 МПа. Ці матеріали, які вміщують спеціально підготовлені цементи, мікрокремнезем, спеціальні заповнювачі і мікрволокна, за рахунок спеціальних технологічних прийомів при В/Ц = 0,12...0,22 дозволяють досягти міцності до 270 МПа при високій стійкості до корозійного впливу і стирання. На початку 80-х років розроблені MOF – цементи (цементи без макродефектів). Доведено, що при каландруванні цементів у присутності

суперпластифікаторів і гелеутворювачів (наприклад, полівінілацетату) при $V/C = 0,10...0,18$ можна отримати композити, які мають надмірно щільну мікроструктуру без капілярних пор. Вони мають міцність на згин $40...150$ МПа, міцність при стиску $100...300$ МПа.

Близьку структуру мають цементні матеріали з пониженим вмістом пор (PRC). При отриманні цих композитів цементні пасти піддають спеціальній обробці під тиском більше 200 МПа, в результаті чого неадсорбована вода повністю віджимається, знижуючи реальне V/C відношення. Такий високонаповнений композит з міцністю на стиск більше 250 МПа, і з міцністю на розтяг при згині більше 35 МПа містить негідратовані цементні частинки, рівномірно розподілені в щільній матриці гідратованого продукту.

Використання отриманих результатів на макрорівні привело до розвитку концепції реактивних порошкових композитів (RPC). Реактивні порошкові композити – це спеціальні високоміцні фібронаповнені розчини з великим вмістом мікрокремнезему і хімічних добавок, зокрема, суперпластифікаторів. Міцність на стиск таких систем може досягти $200...300$ МПа, а міцність на розтяг при згині – до 100 МПа.

При цьому для отримання композитів з міцністю до 200 МПа досить простого витримування приготовлених розчинів при температурі приблизно $90\text{ }^{\circ}\text{C}$, а для синтезу особливо високоміцних матеріалів необхідна спеціальна техніка і температура приблизно 400°C .

В результаті використання різноманітних прийомів направленого структуроутворення сьогодні є можливість ефективно застосовувати високоякісний багатокomпонентний цементний камінь, модифікований мінеральними і хімічними добавками, для виробництва бетонів різних видів і призначення, зокрема:

- при введенні міцних заповнювачів – високоякісний бетон;
- при введенні тонкодисперсної газової фази або особливо легких заповнювачів – суперлегкі ефективні теплоізоляційні бетони;

- при введенні дисперсних волокнистих наповнювачів – фібробетони підвищеної експлуатаційної надійності;
- при введенні пігментів, наповнювачів і заповнювачів із оздоблювального каменя, декоративного склобою та інших подібних матеріалів – архітектурно-декоративні бетони;
- при використанні полімерних компонентів – полімербетони і бетонополімери різного призначення;
- при застосуванні спеціальних компонентів – спеціальні бетони (захисні, електротехнічні тощо).