

Перспективні технології будівництва та нові багатокомпонентні види бетонних сумішей

Педько І.А.

Одеська державна академія будівництва та архітектури

На сучасному етапі можна виділити наступні найбільш перспективні групи технологій будівництва:

- незнімна опалубка;
- переставна модульна опалубка;
- будівництво з 3D-панелей;
- каркасне домобудівництво;
- 3D друк бетоном.

Незнімна опалубка – в конструкції стін несуче навантаження приймає на себе монолітний залізобетон, а опалубкою для нього стають блоки, плити, панелі з легших матеріалів. Опалубні елементи з'єднуються за допомогою спеціальних кріплень, а в утворену порожнину закладається арматура і заливається бетон. Опалубка після затвердіння бетону залишається в товщі стіни, виконуючи формоутворюючі та теплоізоляційні функції. Розроблено кілька технологій незнімної опалубки (з пінополістирольних панелей високої щільності з арматурним каркасом, деревно-цементна опалубка).

Переставна модульна опалубка – передбачає будівництво за допомогою модулів, які представляють переставну опалубку, що дозволяє формувати безпосередньо на стіні, без підстилаючого розчину, порожнисті блоки з цементно-піщаної суміші з невеликою кількістю води.

Будівництво з 3D-панелей – об'єднує принципи каркасно-панельного і монолітного домобудівництва. Каркас будівлі збирається з елементів заводської готовності – пінополістирольних панелей в оплітці з двох паралельних зварних арматурних сіток, з'єднаних діагональними стрижнями з оцинкованого або нержавіючого дроту. Стрижні приварюються під кутом до сіток і «прошивають» пінополістирольну плиту, утворюючи з сітками просторову конструкцію (3D-панелі). Після установки панелей їх з обох боків покривають шаром бетону, який утворює суцільну монолітну оболонку.

Каркасне домобудівництво – взагалі не передбачає використання бетону (крім фундаменту). За цією технологією розділяються несуча і огорожувальна функції конструкцій. Несуча функція покладається на дерев'яний або металевий каркас – жорсткий остов, що складається з вертикальних стійок, горизонтальних балок і діагональних розкосів, що передають навантаження від стін і покрівлі на фундамент. Огороджувальна функція покладається на стіни, які несуть навантаження лише від власної ваги, що дає можливість використовувати при їх зведенні легкі матеріали та зменшити навантаження на фундамент. Варіантом каркасного будівництва є каркасно-панельна технологія. Домобудівництво за цією технологією засноване на заводському виготовленні багат шарових стінових панелей із пінополістиролу, мінеральної вати

целюлозного утеплювача. Конструкція включає утеплювач, гідро- і пароізоляційні плівки, комунікації, віконні та дверні отвори із збіркою будинку на будівельному майданчику. Утеплювач наносять способом сухого задування (засипають всередину стінового каркасу) або шляхом вологого напилення. В обох випадках він щільно заповнює порожнечі, забезпечуючи необхідний опір теплопередачі стінової конструкції (відповідно, 2,5 і 2,7 м²К / Вт при товщині шару в 10 см).

3D друк бетоном – полягає у тому, що за допомогою технології пошарового наплавлення з унікальної цементної суміші друкуються опуклі, наріжні, вигнуті, кубічні та інші будівельні конструкції на основі комп'ютерного макету. Цементна суміш укладається методом екструзування, що дозволяє спростити будівельні роботи через відмову від використання опалубки. Готові бетонні конструкції можуть піддаватися обробці. Пропонується використовувати машини для 3D-друку на будівельних майданчиках.

Зокрема, існує американський проект «Contour Crafting» створення будівельного принтеру, який крім зовнішніх стін зможе друкувати проводку і сантехніку. У шанхайській компанії «Shanghai WinSun Decoration Design Engineering Co» зібрали 3D-принтер «WinSun» (150 метрів завдовжки і 10 метрів в ширину) здатний за кілька годин надрукувати будинок висотою до 6 метрів. 3D будівельний принтер WinSun використовує цемент, посилений скловолокном. Тестові зразки обійшлися підприємству на 50% дешевше, ніж при використанні класичних методів будівництва. Словенська компанія «BetAbram» розпочала серійне виробництво будівельних принтерів трьох моделей P1, P2, P3. Їх висота складає близько двох метрів, а ціна варіюється від 12000 до 20000 євро. Принтер «BetAbram P1» здатний надрукувати бетонний будинок без опалубки об'ємом 144 квадратних метра.

Крім того, на ринку тривимірного друку в будівництві працюють підприємства, які крім зовнішніх стін облаштовують житловий простір в середині приміщень. Американська компанія «Emerging Objects» винайшла соляний полімер для друку міжкімнатних перегородок. Поєднавши воедино будівельний клей і сіль винахідники отримали недорогий, легкий, водостійкий, напівпрозорий матеріал. Першим проектом «Emerging Objects» став 3D-друкований будинок під назвою 1.0. Стіни в кімнатах цілком і повністю друкуються з нововинайденого матеріалу «Saltygloo». «Emerging Objects» планує звести будинок з 3D-друкованих матеріалів. Внутрішні стіни зроблені з «Saltygloo», а зовнішні надруковують з «Picogoso» – запатентованого цементного полімеру.

У Нідерландах лабораторія «Sabin Design» при Корнельському університеті запропонували метод 3D-друку керамічної цегли «PolyBricks», використання якої дозволяє усунути традиційні трудомісткі види будівельних робіт (укладення шлакоблоків чи цегли з цементним розчином). Форма цеглин «PolyBricks» враховує методи скріплення між собою дерев'яних виробів. В результаті сила тяжіння з'єднує між собою всі деталі конструкції.

В галузі промисловості будівельних матеріалів відбувається постійний пошук шляхів удосконалення технології виробництва бетону, виробів та конструкцій на його основі. Відбувається поступове заміщення традиційних бетонів багатокомпонентними бетонами. В останніх використовуються хімічні модифікатори структури, властивостей і технології виробництва бетону, у тому числі комплексні модифікатори, що включають кілька індивідуальних продуктів, активні мінеральні компоненти різної дисперсності. Багатокомпонентність складу дозволяє ефективно управляти структуроутворенням на етапах технологічного процесу. Прогнозований термін служби багатокомпонентних бетонів 200-500 років. Передумовами синтезу міцності і довговічності багатокомпонентних високоякісних бетонів є більш повне використання енергії портландцементу, створення оптимальної мікроструктури цементного каменю, зменшення макропористості та підвищення стійкості до утворення тріщин, зміцнення контактних зон цементного каменю і заповнювача за рахунок спрямованого застосування комплексу ефективних хімічних модифікаторів, високодисперсних кремнійвмісних матеріалів з аномальною гідравлічною активністю.

З'являються бетонні суміші, які забезпечують високу архітектурно-будівельну пластичність, простоту технологій, малу енергоємність, можливість використання місцевої сировини і техногенних відходів, екологічну безпеку. В результаті у XXI столітті бетон перетворюється на будівельний композит. Бетонні будівельні композити, як відомо, це бетони до яких включено розчини, мастики, інші матеріали. Вони мають дві стадії утворення: початкове формування структури з пластичних багатокомпонентних сировинних сумішей і подальше зміцнення структури затверділого матеріалу в результаті складних фізико-хімічних процесів.

Для забезпечення будівництва новим поколінням бетонних композитів необхідним є розвиток відповідних галузей промисловості:

— цементної – для створення і виробництва нових композиційних в'язучих, у тому числі на безклінкерній основі, із зменшеним вмістом клінкеру, із застосуванням гіпсу, вапна, шлаку тощо;

— будівельної хімії – для створення і виробництва (у тому числі з вторинної сировини промисловості) хімічних модифікаторів, спеціальних добавок, ультрадисперсних активних і волокнистих наповнювачів, пігментів, мастил, клеїв тощо;

— нерудної промисловості – для створення і виробництва нових видів наповнювачів.

У результаті спрямованого структуроутворення виходить бетонна суміш, що складається з цементу, мінеральних і хімічних добавок, на основі яких створюються різні види бетонів: високоміцні бетони – за рахунок введення міцних заповнювачів; суперлегкі ефективні теплоізоляційні бетони – за рахунок введення тонкодисперсної газової фази або особливо легких заповнювачів; фібробетони підвищеної експлуатаційної надійності – за рахунок введення дисперсних волокнистих наповнювачів; архітектурно-декоративні бетони – за рахунок введення пігментів і наповнювачів з оздоблювального каменю,

декоративного склобою та інших подібних матеріалів; екологічні бетони – за рахунок використання відходів промисловості; бетони різного призначення – за рахунок використання полімерних компонентів; спеціальні бетони (захисні, електротехнічні та інші) – за рахунок використання спеціальних компонентів.

Для підвищення ефективності будівництва запропонована інтенсивна технологія виробництва бетону, яка ґрунтується на механохімічній активації сировинних сумішей, збільшенні швидкості змішування і лиття (двокамерні змішувачі, баротермічний, електроімпульсний, хвильовий вплив), комп'ютерному управлінні виробництвом і контролю якості компонентів, просочення готових виробів і конструкцій. Поява нових бетонів, особливо високоякісних, відкриває нову еру в створенні будівель і споруд. З використанням високоякісного бетону зводяться висотні будівлі, великопрогонні мости, залізобетонні платформи для видобутку нафти на океанічних шельфах, підземні міста, спеціальні споруди. Високоякісний бетон в поєднанні з іншими ефективними бетонними матеріалами на основі високоякісної бетонної суміші дозволить створювати будинки, в яких високоміцний каркас з довговічністю більше 200 років буде поєднуватися з ефективними огороджувальними конструкціями із суперлегких і декоративних бетонів.