

Література

1. PMBOK. ANSI/PMI 99-001-2004. Project Management Institute, Inc. 2004, 388 pp.
2. Мазур И. И., Шапиро В. Д., Ольдерогге Н. Г. Управление проектами: Учебное пособие / Под общ. ред. И.И. Мазура. — 2-е изд. — М.: Омега-Л, 2004. — 664 с.
3. Carl Chatfield, Timothy Johnson. A short course in project management. *Microsoft Office Project 2007 Step by Step*. 2007. On site: <http://office.microsoft.com/en-us/project-help/a-short-course-in-project-management-4A010235482.aspx>
4. Guidelines for Life Cycle Cost Analysis. FHWA-NJ-2003-012, FINAL REPORT // Dr. Kaan Ozbay, Dr. Neville A. Parker, Dima Jawad, Sajjad Hussain. New Jersey Department of Transportation Division of Research and Technology and U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, 2003. — 130 p.
5. Dell'Isola. A., Kirk, S. J., Life Cycle Costing for Design Professionals, MacGraw-Hill, Inc. New York, 1981. — 859 p.
6. Life-Cycle Cost Analysis Primer. U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration Office of Asset Management, August 2002. — 25 p.

УДК 666

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ І ВИКОРИСТАННЯ ЦЕМЕНТНОГО БЕТОНУ В БУДІВНИЦТВІ

*Кандидат технічних наук Дорошенко О.Ю.,
кандидат технічних наук Дорошенко Ю.М.,
Гудіменко К.В.*

Постановка проблеми. Історія розвитку науки про цементний бетон та впровадження його в будівельну практику дозволяє розширити та поглибити знання про цей будівельний матеріал, що широко використовується зараз та в подальшому працювати для одержання більш високих показників фізико — механічних властивостей.

Аналіз публікації. В роботі розглянуті етапи розвитку цементобетону від часів Вавилону і до сучасності.

Бетони і будівельні розчини — одні з найстаріших і найважливіших будівельних матеріалів. Бетон, як будівельний матеріал, був відомий у глибоку давнину. За свідченнями Плінія Старшого ще за 3600 років до н. е. із застосуванням бетону були збудовані галереї єгипетських пірамід. Бетонні конструкції використовувалися для зведення склепінь, куполів і масивних іригаційних споруд у державі Урарту (VIII ст. до н. е.). Руїни Вавилону також свідчать про застосування в ті часи цементуючої речовини для склеювання невеликих каменів. У Римській імперії бетон використовували для спорудження храмів, мостів, доріг і акведуків. В Карфагені Адгорський акведук збудовано з бетону на вапняному в'язучому і мармуровому щебені. На американському континенті (в Мексиці) знайдено бетонні фундаменти древніх споруд давно зниклої 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 42,7 м.

Термін «бетон», що широко використовується у ряді європейських країн, з'явився в XVIII столітті у Франції (франц. beton) та, імовірно, походить від назви органічних в'язучих — «bitumen» (тобто смола), які використовувалися для отримання композиційних матеріалів. В англомовних країнах для матеріалів на основі суміші в'язучих і заповнювачів використовують термін «concrete», що походить від римського «concretus» — композиції тісно переплетених між собою матеріалів.

Римляни матеріал, подібний бетону називали по-різному. Так, литу кладку з кам'яним матеріалом вони іменували грецьким словом «емплектон» (emplekton). Зустрічається також слово «рудус» (rudus). Проте частіше всього при позначенні розчинів, що використовуються при зведенні стін, споруд, фундаментів та інших конструкцій римляни використовували словосполучення «опус цементум» (opus caementium), яким і почали називати римський бетон. Слово «caementium», що трансформувалося в «цемент», означало рваний камінь або щебінь.

Зародження бетону відбулося далеко в глибині століть. Найбільш ранній бетон, знайдений археологами, можна віднести до 5600 р. до н. е. Він був знайдений на березі Дунаю в селищі Лапінські Вір (колишня

Югославія) в одній з хатин стародавнього поселення кам'яного століття, де з нього була зроблена підлога завтовшки 25 см. Матеріал для цієї підлоги виготовлений на гравії і місцевому вапні.

Використання бетону у будівництві можна розділити на періоди: античний (гідралічне вапно, романцемент), виготовлення портландцементу, використання бетону для виготовлення залізобетонних конструкцій (збірних, монолітних), виготовлення і використання бетонів, модифікованих добавками.

Античний період розвитку технології і використання бетону пов'язаний в основному з римлянами (300 р. до н. е. ... 470 р. н. е.). З цим періодом пов'язаний ряд великих технічних досягнень, що підняв будівельне мистецтво того часу на досить високий рівень. Це відкриття римлянами пуцоланових добавок і технології водостійких розчинів та поліпшення їх якості за рахунок використання чистих і фракціонованих заповнювачів, а також різноманітних органічних добавок і ретельного ущільнення сумішей в'язучих і заповнювачів. Римляни запозичили технологію отримання вапна у греків. Розчини одержували гашенням вапна з подальшим змішуванням його з піском. Римські бетони, що мали високу якість, отримали широке розповсюдження в античному суспільстві. У Римській імперії з'явилися перші праці, що дійшли до нашого часу, які поклали початок науці про в'язучі матеріали і бетон (Пліній, Вітрувій та ін.). Термін «цемент» римляни спочатку застосовували для позначення штучних пуцолан. Надалі цей термін служив для визначення розчинів. Так, в середньовічній праці (книга Бартоломея Англікуса «Про властивості речей») йдеться: «Вапно ... це випалений камінь, при змішуванні якого з піском і водою виходить цемент». Проте термін «розчин» почав широко застосовуватися приблизно з кінця XIII століття. Більше двох тисяч років тому (в 160 р. до нашої ери) римський консул Марк Порцій Катон Старший вніс в свою книгу, присвячену будівельному мистецтву, таку пораду тим, хто випалює вапно: «Камінь в піч поклади добрий, найбільший без жодної плями». Римський архітектор і інженер Марк Вітрувій Полліон, що жив у першому столітті до нашої ери, писав в своїх знаменитих «Десяти книгах про архітектуру»: « Зустрічається деякий вид порошку, який має чудові властивості. Його родовища знаходяться в околицях Байї на суспільних полях поблизу Везувію. Якщо цей порошок змішати з вапном і щебенем, то не тільки в звичайних спорудах вийде велика міцність, але і складені на такому розчині морські греблі набудуть настільки велику міцність, що вода їх не поруїть ». Вивчення давньоримських трактатів через багато сторіч, коли вже була створена відповідна наукова база, сприяло розвитку деяких фундаментальних ідей будівельного матеріалознавства (пуцоланізації цементів, розчинів і бетонів з метою збільшення їх водо- і корозійної стійкості, введення органічних добавок в розчини і бетони для збільшення їх пластичності та довговічності і ін.).

В середні віки застосування бетону було досить обмежене. 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 гідралічних в'язучих — гідралічного вапна, роман — цементу і особливо портландцементу. В Росії вапняні розчини широко застосовували при зведенні міських стін, башт, церков і т. п. При будівництві церкви в с. Кидекше поблизу Суздаля було застосовано вапно з добавкою цем'янки, тобто товченої цегли, що підвищувало міцність і водостійкість розчинів. Стіни московського Кремля були складені в 1485... 1495 рр. також на вапняному розчині. При будівлі ладозького каналу в 1728 — 1729 рр. було використане водостійке вапняне в'язуче, виготовлене на заводі в Конорському повіті Петербурзької губернії. У дореволюційній Росії застосовували головним чином жорсткі і малорухливі бетонні суміші, для яких характерна трудомісткість технологічних процесів, низькі темпи зведення конструкцій і споруд, низький рівень механізації робіт під час виробництва бетонної суміші і її ущільнення.

У лютому 1898 року при будівництві будинку колишнього Київського художньо-промислового і наукового музею на вулиці Грушевського, 6, нині — Національний художній музей, був вперше в Києві використаний бетон. У 1903 році В. Городецький розпочав будівництво будинку із химерами — цегляна споруда з прикрасами на міфологічні та мисливські сюжети. Цей будинок є архітектурною спорудою раннього декоративного стилю модерн м. Києва. Земельна ділянка на вул. Банкова, 10 вважалась непридатною для забудови через надто крутий схил, однак це не засмутило професіонала будівничої справи. В. Городецький зміг раціонально використати невеликий земельний майданчик та обійти складні умови ґрунтів. Для зміцнення стійкості схилу було вбито майже 50 бетонних набивних паль, розроблених інженером Л.Е. Страусом, на глибину 5 метрів. Для більшої безпеки зверху паль було покладено бетонні «подушки». Матеріалом для зведення був обраний бетон. Задля реклами свого товару Ріхтер, власник одного з перших цементних заводів в Києві, начебто безкоштовно постачав цемент на будівництво Городецького. «Ви мусите переконатися всіх, що цемент надійніший будівельний матеріал ніж вапно», — казав Ріхтер.

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

На початку 20-х років минулого століття Єгор Челієв у Москві виготовив цемент, але описав його тільки в 1825 р. в праці «Полное наставление, как изготовляют дешёвый и лучший мертель или цемент, весьма прочный для подводных строений, как то: каналов, мостов, бассейнов, плотин, подвалов, погребов и штукатурки каменных и деревянных строений». У 1822 р. було надруковано працю «Трактат об искусстве изготовляют хорошие строительные растворы» групи працівників Петербурзького інституту шляхів сполучення, які вивчали гідралічні цементи. Але через 2 роки англієць Дж. Аспдін одержав патент на виготовлення гідралічного цементу. Цей цемент почали виготовляти в багатьох країнах світу, що сприяло розвитку застосування бетону. У 1834 році в Англії збудовані морські гідротехнічні споруди (док і набережні) з бетону на гідралічному вапні, замішаному на гарячій воді.

У 1836 році в Англії з'явилася перша праця, написана Годвином — «Природа і властивості бетону і його використання в будівництві». В 1865 році в Англії видається перший патент на спосіб зведення бетонних споруд у дерев'яній опалубці. В 1895 році опубліковано перше дослідження по технології бетону професора російської військово-інженерної академії І.Г. Малюти «Состав и способы приготовления цементного раствора и бетона для получения наибольшей крепости». В цій праці вперше було показано залежність міцності і щільності бетону від ступеня ущільнення трамбуванням, кількості води в суміші і складу розчину. Було чітко встановлено вплив на міцність бетону водоцементного відношення (В/Ц). До речі, праця Д. Абрамса з цієї проблеми була опублікована в США лише в 1918 році. 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 цей період за кордоном з'являються перші наукові праці в галузі технології бетону Р. Фере (Франція), О. Графа, Х. Бурхарца (Німеччина), І. Болемея (Швейцарія), Фюллера і Томсона (США). В 1912 році в Росії було опубліковано капітальну працю професора М. А. Житкевича «Бетон и бетонные работы».

В цей період бетон застосовували головним чином для зведення монолітних конструкцій і споруд. Приготування бетонної суміші, подавання її в опалубку і ущільнення виконувались в основному ручним способом і були досить трудомісткими процесами. Консистенція бетонної суміші була жорсткою або малорухливою, тому ущільнення її виконували в основному ручним трамбуванням.

Після 1917 року в колишньому Радянському Союзі, зокрема в Україні, технологія бетону розвивалася швидкими темпами в зв'язку з будівництвом великих гідроелектростанцій і промислових споруд. Дніпробуд — це був об'єкт з дуже великими на той час (1924 — 1930 рр.) масштабами застосування бетону і залізобетону. Саме на цих об'єктах впроваджено перші науково обгрунтовані методи розрахунку і визначення складу бетону з наперед заданими властивостями. Значна роль в цій роботі належить зокрема професору М.М. Беляєву. Його книга «Метод подбора состава бетона» (1927) стала посібником у практичній роботі, а також в навчальному процесі підготовки кадрів.

Поступово створювались школи вчених і спеціалістів з технології бетону, які значною мірою сприяли розвитку цієї науки. Це лєнінградська школа (М.М. Беляєв, І.П. Александрін, С.І. Дружинін, О. В. Саталкін, В.В. Стольников та ін.), московська школа (Б.Г. Скрамтаєв, М.А. Попов, О.В. Волженський, С.А. Миронов, С.В. Шестоперов, П.М. Міклашевський, Ю.М. Баженов, В.М. Москвін, В.В. Михайлов, Ф.М. Іванов та ін.); на Кавказі школа під керівництвом академіка К.С. Заврієва (Ю.Я. Штаєрман, М.З. Симонов, Г.Д. Цискрелі, Й.М. Ахвердов та ін.).

В українських вузах і науково-дослідних інститутах суттєвий вклад у розвиток технології бетону внесли відомі вчені і спеціалісти: І.А. Кириєнко, Я.В. Столяров, Ю.С. Корнілович, О.Л. Каліщук, Г.В. Пухальський, О.І. Конопленко, В.Д. Глуховський, М.М. Круглицький, Л.Й. Дворкін, І.О. Пашков, П.В. Кривенко та ін. Професор І.А. Кириєнко зробив вагомий внесок у розвиток технології бетону, зокрема в теорію зимового бетонування. Під його керівництвом ще в 1918 році в Київській області вперше в історії було збудовано на морозі (-15°C) залізобетонний міст, у цей період була опублікована його книга «Бетонные работы на морозе». Важливе значення для розвитку технології бетону мали його праці з проблеми використання для бетонів дрібних пісків, в галузі розробки і вдосконалення методів проектування складу бетону тощо. В 1920-1940 роках різко збільшується обсяг бетонних робіт; розширюється номенклатура конструкцій, армованих сітками і просторовими каркасами, що значно утруднювало заповнення опалубки і форм жорсткими і малорухливими бетонними сумішами і їх ущільнення. Тому в цей період починають використовувати високорухливі і навіть литі бетонні суміші. При цьому значно зменшились трудомісткість і підвищилася продуктивність виконання бетонних робіт. Однак застосування таких сумішей утруднювало одержання бетону високої міцності і стійкості (зокрема морозостійкості), вимагало підвищеної витрати цементу. В зв'язку з цим великим досягненням була поява і вдосконалення способу укладання і ущільнення

бетонної суміші вібруванням (праці професора А.С. Десова, П.М. Міклашевського). Вже в передвоєнні роки на будівництві каналу Москва-Волга майже 90% бетонних робіт було здійснено з використанням малорухливих і рухливих бетонних сумішей, які ущільнювали вібраторами. На цьому етапі було також повністю механізовано процес приготування бетонної суміші, широкого застосування набули стаціонарні і пересувні бетонозмшувачі.

На той час вже був досвід широкого впровадження в будівельне виробництво методів зимового бетонування (професори І.А. Кирієнко, С.А. Миронов та ін.), що мало дуже важливе значення у воєнні роки — за рекордно короткий термін у зимових умовах були збудовані на Уралі і в Сибіру сотні цехів і заводів для оборонної промисловості.

В 1950-1970-ті післявоєнні роки інтенсивний розвиток виробництва збірних бетонних і залізобетонних конструкцій для житлового і промислового будівництва, значне розширення їхньої номенклатури. За короткий термін, починаючи з 1954 року, створюється нова потужна галузь індустріального будівництва — промисловість збірного залізобетону, до складу якої входить більше 6 тис. підприємств різної потужності. Значно збільшилися масштаби житлового і промислового будівництва, досягнуто значної економії сталі і деревини, зменшено питомі трудові витрати. Використовуються нові ефективні види в'язучих, нові види бетонів, розвивається дуже важливий і ефективний напрям удосконалення технології бетону — застосування хімічних добавок для покращення властивостей бетонної суміші і затверділого бетону, економії матеріальних і енергетичних ресурсів. Створюється нове технологічне обладнання з метою підвищення ефективності процесів приготування бетонної суміші і її ущільнення, теплової обробки тощо.

Висновки. Дослідження основних етапів розвитку науки про цементний бетон, дозволяють зробити висновок, що цементобетон був і є одним із основних будівельних матеріалів в різних областях будівництва, а застосування сучасних технологій робить цей матеріал ще більш перспективним.

Література

1. Гоц В.І. Бетони і будівельні розчини: Підручник. — К.: ТОВ УВПК «ЄкоОб», К.: КНУБА, 2003. — 472 с.: іл.
2. Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л. Бетони і будівельні розчини: Підручник. — К.: Основа, 2008. — 488 с.: іл.
3. Калішук О.Л. Технологія бетону: Підручник. — К.: Вища школа, 1969. — 266 с.: іл.
4. Микульський В. Г. Строительные материалы (металловедение и технология): Учебное пособие. — М.: ИАСВ, 2002. — 536 с.
5. Пащенко О.О., Сербін В. П., Страчевська О. О. В'язучі матеріали: Підручник. — К.: Вища школа, 1995. — 360 с.: іл.
6. Чистяков В.В., Доршенко Ю.М., Грановский И.Г. Интенсификация твердения бетона. — К.: Будівельник, 1988. — 118 с.: іл.

УДК 625.71.8

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ РОЗРОБКИ РІЧНОЇ ПРОГРАМИ ДОРОЖНЬО-РЕМОНТНИХ РОБІТ

Кандидат технічних наук Канін О.П.,
Харченко А.М.

В статті розкривається підхід до проектування річної програми робіт дорожньо-ремонтних організацій шляхом застосування експертної системи проектування (ЕСПР). На практиці застосування запропонованої ЕСПР дозволяє перейти від інтуїтивного до наукового обґрунтування прийнятих у ході проектування рішень в управлінні проектами та програмами експлуатації автомобільних доріг.

The article reveals an approach to designing the annual work program of road maintenance organizations through the application of expert system design (ESPR). In practice, the application of the proposed ESPR will move from intuitive to scientific evidence taken during the design decisions in project management and maintenance programs of roads.

Постановка проблеми. Управління системою виконання поточного ремонту та експлуатаційного утримання доріг державного значення потребує постійного отримання, накопичення та обробки значного