7. Приходько, А. П. Особенности золы тепловых электростанций как строительного материала [Текст] / А. П. Приходько, Т. М. Павленко, А. Р. Аббасова // Вісн. Придніпр. держ. акад. буд-ва та архіт. – 2010. – № 2-3. – С. 47-52.
8. Сергеев, А. М. Использование в строительстве отходов энергетической промышленности [Текст]: монография / А. М. Сергеев. – К.: Будівельник, 1984. – 120 с.

УДК 666.970

ВИКОРИСТАННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЦЕМЕНТУ З ВРАХУВАННЯМ ЙОГО ЕКЗОТЕРМІЇ ПРИ ТВЕРДІННІ БЕТОНУ МАСИВНИХ ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД

Д.т.н., проф. Пшінько О.М., к.т.н., доцент Громова О.В.,
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ

Сучасні умови застосування монолітного залізобетону при зведенні транспортних споруд і вирішення важливої технічної і господарської проблеми із забезпечення їх надійності і довговічності привели до необхідності проведення комплексних досліджень з детального вивчення термодинамічних і теплофізичних процесів, які супроводжують твердіння бетону і охоплюють весь цикл створення транспортного об'єкту, включаючи його проектування, будівництво і експлуатацію.

Такий підхід викликається, по-перше, особливостями залізобетонних транспортних споруд, які характеризуються сьогодні поєднанням значно збільшених статичних і динамічних навантажень від транспортних засобів, що викликало перехід на використання бетонів високих класів (В30, В45 і вище) з високою витратою цементу, а в деяких випадках на використання бетонів із спеціальними модифікаторами, без яких неможливо забезпечити необхідний проектний клас бетону, не виходячи за рамки нормативних обмежень по витраті цементу.

До особливостей багатьох конструктивних вузлів мостових, естакадних і тунельних переходів слід також віднести високі вимоги до марки бетону з морозостійкості, як правило, не нижче F300, із-за необхідності забезпечення довговічності і надійності споруди в умовах контакту бетону в холодний період з хімічними реагентами.

По-друге, відбулися якісні зміни у бетонах внаслідок насичення ринку високопродуктивною технікою по доставці бетонних сумішей до місця укладання, оскільки широкомасштабне використання бетононасосів призвело до розробки складів з високою рухливістю.

По-третє, із-за завантаженості автомагістралей на маршрутах транспортування бетону виникає потреба в сумішах з тривалим збереженням легкоукладальності.

Відмічені якісні зміни у використовуваних матеріалах відбиваються на кінетиці процесів гідратації і структуроутворення при формуванні цементного каменя і приводять до змін в динаміці розігрівання бетону у конструкціях.

Стислі терміни введення споруд в експлуатацію вимагають інтенсифікації всіх технологічних процесів, приводять до необхідності бетонування конструкцій укрупненими блоками, часом з об'єднанням різнофункціональних конструктивних елементів різної масивності, теплова взаємодія між якими також переходить на якісно новий рівень.

По-четверте, через високу об'ємність транспортних споруд і наявності конструктивно складних сполучень різних елементів їх зведення ведеться поетапно, тому при твердінні бетону неминуче виникають силові взаємодії бетонних елементів з різним рівнем розігрівання.

Таким чином, в результаті проведеного аналізу літературних джерел встановлено, що формування таких функціональних властивостей бетону, як міцність, морозостійкість, водонепроникність, тріщиностійкість, стійкість до кліматичних дій і корозійна стійкість, вимагає розглядати проблему не тільки с позицій вибору матеріалів для бетонів зі зниженою екзотермією, а також спільно з прийомами практичної реалізації проектних рішень.

Забезпечення монолітності масивних бетонних споруд, зокрема гідротехнічних і транспортних, є одним з найбільш складних і відповідальних завдань, що стоять перед проектувальниками і будівельниками. Найчастіше тріщиноутворення в масивному бетоні носить термічний характер.

Тверднення бетону супроводжується виділенням теплоти внаслідок протікання екзотермічних процесів гідратації цементу. Позитивна роль тепловиділення бетону проявляється при зимовому бетонуванні, а також при тепловій обробці з метою прискорення твердіння. Для масивних споруд - гребель, фундаментів під турбогенератори та ін. тепловиділення бетону відіграє негативну роль. Воно викликає значне підвищення температури (до 50 °С і вище) в ядрі масиву, розвиток термічних напруг і тріщиноутворення.

Небезпека тріщиноутворення, таким чином, безпосередньо пов'язана із саморозігрівом бетону і посилюється при підвищенні розігрівання.

Тепловиділення цементу при його гідратації здавна привертає увагу дослідників у зв’язку з тим, що тепловиділення відображає розвиток процесу гідратації, від якого залежать всі технічно важливі властивості цементних розчинів і бетонів.

Принципово важливими для розвитку методів бездефектного зведення конструкцій з монолітного бетону в сфері транспортної галузі з'явилися теоретичні та експериментальні дослідження В.С. Лук'янова, який обґрунтував наявність власного термонапруженого стану бетону, встановив ступінь його впливу на якість бетону і показав, що його величина визначається характером температурної кривої нульових напруг, що мають місце на початковій стадії твердіння бетону. Запропонований і розвинений В.С. Лук'яновим метод гідравлічних аналогій і спосіб врахування впливу температури на ріст міцності бетону дав можливість не тільки вирішувати задачі, пов'язані з термонапруженим станом бетону, але і послужив потужної

вихідною базою для переходу на прогнозування температурних режимів за допомогою обчислювальної техніки.

Для забезпечення належної якості бетону в масивних спорудах і запобігання утворення тріщин необхідно приймати заходи по зменшенню саморозігріву бетону. Враховуючи вітчизняний і закордонний досвід будівництва гідротехнічних і транспортних об'єктів, результати проведених попередніх досліджень показали, що до способів, вживаних для зменшення саморозігріву бетону і перепаду температур в бетонних масивах, можна віднести наступні:

а) використання цементів з низьким або помірним тепловиділенням;

б) застосування добавок і мікронаповнювачів до цементу;

в) зниження витрати цементу на 1 м ^{3} бетону;

г) попереднє охолодження матеріалів для приготування бетонної суміші (зокрема, додавання дробленого льоду в бетонозмішувач);

д) поливання бетонних блоків холодною водою, що пропускається за системою труб, укладених в бетоні;

е) раннє зняття опалубки у випадках, підтверджених розрахунком;

є) скорочення темпів нарощування бетонної кладки по висоті блоків;

ж) виробництво бетонних робіт за графіком, що передбачає інтенсивне бетонування в холодний час року (наприклад, восени або весною).

Таким чином, для прогнозування виділення тепла при гідратації цементу та визначення, при необхідності, шляхів зниження рівня розігріву бетону потрібна постановка досліджень даного процесу на складах бетону із застосовуваними сьогодні модифікаторами різного механізму дії. Враховуючи, що кінетика тепловиділення відображає кінетичні закономірності процесу гідратації цементу, отриманий експериментальний матеріал дає також підставу робити передбачення про повноту використання потенціалу цементу.

В ході роботи був проведений ряд випробувань, для визначення тепловиділення портландцементів різних марок. В ході теоретичного дослідження було встановлено, що вагому частину у створенні бетону з максимально можливим зменшенням кількості дефектів, відіграє саме тепловиділення цементу під час процесу гідратації.

В роботах А.В. Ушерова-Маршака [1], О. П. Мчедлова-Петросяна та І. Д. Запорожця [2] та ін. відомих вчених-бетонознавців вказується на значну роль тепловиділення цементу для процесу утворення цементного каменя та набору ним необхідної міцності. Особливий вплив тепловиділення має на масивних об'єктах, таких як гідротехнічні споруди (мости, дамби, тунелі та ін.) це зумовлено значною товщею бетонних шарів і як наслідок, значним підвищенням температури розігріву (до 70…80 °С) ядра бетонного масиву. Через нерівномірний нагрів, викликаний процесом тепловиділення бетонна суміш може розшаровуватися, що негативно впливає на всі її фізико-механічні властивості, такі як міцність, стійкість до проникності рідин та газів, морозостійкість та ін. Тому процес тепловиділення цементу, особливо для відповідальних споруд на залізничному транспорті, має бути обов'язково визначеним і контрольованим.

Для цього, в Галузевій науково-дослідній лабораторії «Матеріали і будівлі для залізничного транспорту» були проведенні випробування з визначення величин тепловиділення процесу гідратації цементу, різних марок ПЦ-500 (ОАО «Донцемент») і ПЦ-II/Ш-Б-400 (Криворізького цементного заводу).

Випробування проводилися за наступною методикою.

Для проведення калориметричних випробувань цементу використовуються наступне обладнання: мірний циліндр (для вимірювання об'єму рідин), калориметр, що показаний на рис.1.

Рис. 1. Загальний вигляд калориметричної установки

Для коректності експерименту, температура цементу і води, що використовується для замішування водоцементного розчину мають бути однаковими. Ця умова може бути виконана, при зберіганні цементу і води в одному приміщенні, на невеликій відстані один від одного.

Експеримент з визначення теплових виділень цементу виконується за наступним алгоритмом:

1. Калориметр підготовлюється до роботи: встановлюється змінна полімерна капсула для завантаження водоцементного розчину, контактна поверхня вимірювача температури і змішувача змащується мастилом.

2. Перед початком експерименту необхідно виміряти необхідну кількість води для замішування водоцементного розчину і додати до неї усі необхідні добавки. Для цього у мірний циліндр заливається необхідна кількість води, після чого до неї додаються добавки (якщо це передбачено експериментом). Потім розчин води з добавками заливається у внутрішній відсік калориметру.

3. На калориметр встановлюється верхня захисна кришка.

4. Для визначення власної температури води (або розчину води з добавками), вмикається вимірювач температури. Після чого необхідно чекати, поки показники на дисплеї вимірювача температури перестануть змінюватися

(на протязі 2…3-х хвилин вимірювач температури не змінює показник на дисплеї). Далі необхідно зняти показник температури з приладу.

5. На прилад у передбачений для цього отвір встановлюється скляна завантажувальна лійка.

6. Для проведення експерименту необхідно зважити 100 г цементу.

7. Необхідно опустити лопаті змішувача, так щоб вони погрузилися у налитий водний розчин, після чого запустити його.

8. Під час роботи змішувача невеликими порціями, на протязі 3…5-х хвилин завантажити цемент у калориметр. Знімається перший показник.

9. Для забезпечення ізольованості внутрішньої капсули калориметра з водоцементним розчином, необхідно від'єднати завантажувальну лійку і закрити розчин спеціальною теплоізоляційною пробкою.

10. На протязі 100 перших хвилин оператор фіксує показник зміни температури з інтервалом 5 хвилин. Після чого, до часу, коли тепловиділення припиняється – один раз на 30 хвилин.

Після закінчення експерименту прилад розбирається, всі контактні деталі ретельно очищуються від водоцементного розчину. Змінна капсула вимивається під проточною водою. Прилад необхідно зберігати у розібраному стані, для того, щоб усі його зволожені частини висохли перед наступним випробуванням.

Для проведення випробувань необхідно було методом поступових наближень визначити мінімальну кількість води, яка необхідна для замішування всієї проби цементу. Також для кожного показника В/Ц були проведене випробування у часі. Результатом випробувань стали побудовані діаграми, які характеризують процес тепловиділення цементу (рис. 2).

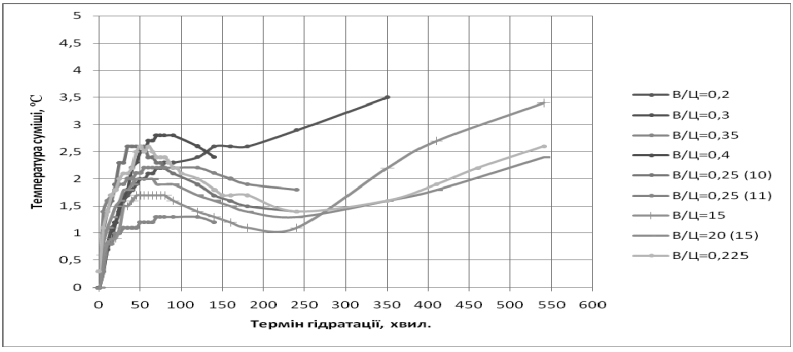

Рис. 2. Діаграми зміни температури водоцементної суміші в результаті процесів тепловиділення цементу

Під час випробувань було визначено, що для зазначеного цементу, марки 400 та 500 характерне тепловиділення, яке умовно можливо поділити на три етапи: перший (суміш знаходиться у пластичному гелевидному стані), друга (повністю зволожені цементні зерна) та третій (жорстка суміш, яка набирає

міцність у часі). Перша стадія протікає на протязі 1…2 годин після замішування, характеризується інтенсивним тепловиділенням, друга триває 2…3 години характеризується зменшенням тепловиділення суміші, після чого наступає третя стадія, під час якої на протязі 10…15 годин спостерігається плавне тепловиділення.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Мчедлов-Петросян О.П., Ушеров-Маршак А.В., Урженко А.М. Тепловыделение при твердении вяжущих веществ и бетонов. – М.: Стройиздат, 1984. – 225 с.
2. Дворкін Л.Й., Скрипник І.Г. Фізико-хімічні і фізичні методи дослідження будівельних матеріалів: Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2006. – 220 с.

УДК 691:699.86.002.3

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ НЕОРГАНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ НА ОНОВЕ АЛЮМОСИЛИКАТНОГО СЫРЬЯ КАК АЛЬТЕРНАТИВА СУЩЕСТВУЮЩИМ УТЕПЛИТЕЛЯМ

д. т. н., проф. Пшинько А. Н., к. т. н., доц. Краснюк А. В., Щербак А. С.
Днепропетровский национальной университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

На теплоснабжение зданий в Украине расходуется более 40 миллионов тонн условного топлива в год, что составляет около 45 процентов от общего потребления энергоресурсов государства. По сравнению с европейскими государствами в коммунальном хозяйстве Украины на единицу жилой площади расходуется энергии в 2...3 раза больше. Вследствие этого на жилые многоэтажные здания расходуется от 350 до 550 кВт ч/м^2 в год, а на индивидуальные коттеджи - от 600 до 800 кВт ч/м^2 в год. Для сравнения, за рубежом, например, в Германии, для отопления дома коттеджного типа используют в среднем около 250 кВт ч/м^2 в год, а в Швеции - 135 кВт ч/м^2 в год. Лучшие зарубежные образцы жилых зданий потребляют от 90 до 120 кВт ч (м^2 год)[1].

Многолетний мировой опыт в решении проблемы энергосбережения показывает, что уменьшение потерь тепла через элементы конструкций зданий, сооружений, тепловых сетей и промышленного оборудования является одним из наиболее эффективных путей ее решения. Из расчетов известно, что только один квадратный метр теплоизоляции обеспечивает экономию около 1,5 тонны условного топлива в год. Вследствие этого во многих странах Европейского Союза наблюдается интенсивное развитие промышленности теплоизоляционных материалов. Из наиболее применяемых утеплителей можно выделить минераловатные изделия, доля которых в общем объеме