

# МОДЕЛЮВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕТОНУ І СТАЛІ ПРИ НЕСТАЦІОНАРНОМУ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОМУ НАГРІВАННІ

Брязкун Д.О. студент гр. Д-41-16тЗ  
Ігнатенко А.В., к.т.н.  
Харківський національний  
автомобільно-дорожній університет  
*kmksm@ukr.net*

Останнім часом зростає актуальність питань оцінки напружено-деформованого стану конструкцій при теплових впливах. Від інтенсивності й характеру розподілу температурних напружень і деформацій у конструкції залежать її тривала міцність, термічна втома, а також розрахункові опори для матеріалів при різних умовах навантаження, стан стійкості, твердість та ін. У процесі нагрівання теплопровідність і теплоємність бетонів істотно змінюються. Характер і темп цих змін залежать від виду, щільності й тривалості нагрівання бетону [1].

Існуючі методи визначення теплофізичних характеристик матеріалів на малих зразках (імпульсний метод, метод стаціонарного режиму тощо) зв'язані, як правило, із тривалим нагріванням цих зразків, що не відповідає умові роботи конструкцій у процесі випробувань на вогнестійкість, коли час нагрівання їх значно менше. При нагріванні конструкції змінюються міцнісні, пружнопластичні, теплофізичні й механічні властивості матеріалу. Моделюванню цих властивостей присвячені праці А.Ф. Милованова, О.П. Кричевського, К.Д. Некрасова, Б. Бартелемі і Ж. Крюппа, С.Л. Фоміна та інших.

Фізико-хімічні процеси, що призводять до втрати міцності бетону, надзвичайно складні [2]. Для дійсного повного опису фізико-хімічних процесів, що відбуваються в бетоні в умовах високотемпературного впливу, необхідне знання таких характеристик, як розміри, форма й кількість мікропор, знання фракційного розподілу мікрокристалітів цементного

каменю та заповнювачів. Уже перерахованих параметрів досить, щоб зрозуміти всю складність детального опису пожежостійкості бетону. Тому на практиці вводять припущення про середні значення цих параметрів і задають міцнісні характеристики у вигляді функції температури та часу нагрівання, виходячи з дослідних даних.

Сталь в умовах впливу високих температур у навантаженому стані піддається нагріванню. Робота сталі в цих умовах оцінюється величиною напруження, пластичними властивостями й стабільністю структури.

При нагріванні під навантаженням пластичні деформації розвиваються більш інтенсивно. Так розвиток пластичних деформацій сталі враховується коефіцієнтом  $\nu_s$ . Із підвищенням напружень коефіцієнт  $\nu_s$  зменшується. Зі збільшенням температури границя текучості сталі знижується й, отже, зменшується  $\nu_s$  для того самого напруження.

Дослідження температурно-усадкових деформацій [3] показує, що при нагріванні температурна деформація бетону складається із двох видів деформації: оборотна деформація - температурне розширення, необоротна - температурна усадка.

Температурна деформація розширення бетону в основному залежить від виду заповнювача й вологості бетону. При нагріванні заповнювач розширюється. У деяких заповнювачах при нагріванні до 200-600 °C відбувається незначна усадка від висихання, а при нагріванні вище 800 °C - також і від структурних змін. При нагріванні до 100-200 °C відбувається розширення цементного каменю, що при більш високих температурах пропадає через температурну усадку, викликану видаленням адсорбційно зв'язаної води з гелю. При нагріванні бетону з високою вологістю спостерігаються деформації розширення, тому що видалення вільної води не викликає усадки доти, поки вологість бетону вище ефективної. При ефективній вологості бетону, рівній приблизно 2-3 %, гель має максимальний ступінь зволоження, але вільна вода відсутня.

При нагріванні бетону з вологістю меншою за ефективну температурна усадка відбувається навіть при короткочасному нагріванні. При нагріванні бетону можуть одночасно проявлятися деформації температурного розширення й усадки.

При нагріванні бетону з вологістю, великої ефективності, або сухого бетону температурні деформації не будуть змінюватися, тому що температурна усадка у вологому бетоні ще не проявилася, а в сухому вже пройшла. Тобто коефіцієнт температурного розширення бетону залежить як від температури нагрівання, так і від вологості бетону.

Можна припустити, що нелінійний характер зміни значення температурної усадки залежно від температури нагрівання обумовлений впливом швидкості висихання бетону на його усадку і збільшенням розвитку мікротріщин при нагріванні. При нагріванні бетону із природною вологістю виникає нелінійна залежність між деформаціями і температурою..

Пропарений важкий бетон має дещо більші температурні деформації, ніж бетон нормального тверднення. Чим менше водоцементне відношення, тим менші температурні деформації бетону.

Таким чином, основний вплив на температурні деформації бетону здійснюють температурні деформації заповнювача й температурна усадка цементного каменю. Робота сталі в умовах температурного впливу оцінюється величиною напруження, пластичними властивостями й стабільністю структури.

#### Литература

1. Вейник, А.И. Термодинамика реальных процессов / А.И. Вейник. – Минск: Наука і техніка, 1991. – 253 с.
2. Александровский, С.В. О необратимости усадки и набухания бетона / С.В. Александровский // Исследования по теории железобетона. - Труды НИИЖБ. – М.: Госстройиздат, 1960. – Вып. 17. – С. 77 – 82.
3. Милованов, А.Ф. Огнестойкость железобетонных конструкций при пожаре / А.Ф. Милованов. – М.: Стройиздат, 1998. – 304 с.