

УЩІЛЬНЮВАЛЬНІСТЬ КЕРАМЗИТОБЕТОННОЇ СУМІШІ

Костюк А.І., к.т.н., доцент

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

Показник ущільнювальності є важливою характеристикою керамзитобетонної суміші, тому що по ньому можна судити про властивості бетону, і ще до виготовлення контрольних зразків вносити відповідні корективи до підбраного складу бетону.

Основним технологічним завданням ущільнення сумішів є приведення їх в стан течії з метою заповнення заданого об'єму, а також граничного зниження їх пористості шляхом видалення з них затисненого повітря. Дотепер не розроблена досконала методика визначення повного ущільнення сумішей на щільних заповнювачах і оптимального ущільнення сумішей на пористих заповнювачах. Непрямі способи визначення (по максимальній щільності, електропровідності та ін.) є емпіричними та дозволяють одержувати прийнятні результати для сумішів на конкретних заповнювачах і приготовлених за заданою технологією. Одним із цих способів є спосіб визначення ступені ущільнення суміші за обсягом міжзернових порожнеч (1, 2), використаний у наших дослідженнях.

За результатами експериментальних досліджень із 95 % надійністю отримані квадратичні рівняння регресії об'єму міжзернових порожнеч для кожної із трьох прийнятих послідовностей завантаження компонентів суміші в змішувач і режимів приготування, які з урахуванням тільки статистично значимих коефіцієнтів мають вигляд:

$$I \text{ ПЗ } V_n = 1,325 - 0,533x_1 - 1,285x_2 + 0,256x_3 - 0,344x_4 - 0,252x_5 + 0,444x_2^2 + 0,452x_3^2 + 0,199x_1x_5; \quad (1)$$

$$II \text{ ПЗ } V_n = 1,569 - 0,724x_1 - 1,116x_2 + 0,283x_3 - 0,254x_4 - 0,236x_5 + 0,43x_3^2 + 0,299x_1x_4 + 0,208x_1x_5 + 0,173x_2x_3; \quad (2)$$

$$III \text{ ПЗ } V_n = 1,585 - 0,656x_1 - 1,1048x_2 + 0,178x_3 - 0,149x_4 - 0,132x_5 + 0,394x_3^2; \quad (3)$$

Рівняння по F-критерію Фішера адекватні ($F_{ад} < F_{табл}$) і мають інформаційну цінність ($F_{інф} > F_{табл}$).

На першому етапі аналізу оцінювали вплив послідовностей завантаження компонентів суміші в змішувач і режимів її приготування на зміну об'єму міжзернових порожнеч V_n . Порівняльний аналіз рівнянь регресії (1), (2), (3) показує, що якісний вплив досліджуваних факторів практично не залежить від прийнятих послідовностей завантаження компонентів суміші в змішувач і режимів її приготування. Коефіцієнти регресії при лінійних членах у всіх розглянутих рівняннях значимі по абсолютній величині та незначно відрізняються один від одного. Характерною рисою є нелінійність усіх розглянутих рівнянь по фактору зручнукладальності суміші x_3 . За винятком рівняння (1), яке нелінійне й по агрегатно-структурному фактору $r(x_2)$, по всіх інших факторах розглянуті рівняння лінійні. Рівняння (1) має тільки один статистично значимий коефіцієнт при ефекті взаємодії факторів. У рівнянні (2) взагалі відсутній статистично значимий спільний вплив на V_n розглянутих факторів.

Подальший аналіз кількісного впливу розглянутих факторів на зміну об'єму міжзернових порожнеч проводили по рівнянню (2), отриманому для другої послідовності завантаження компонентів суміші в змішувач і режиму її готування.

Найбільший вплив на об'єм міжзернових порожнеч V_n виявляє агрегатно-структурний фактор r . Аналіз рівняння (2) і графічних залежностей на рис. 1 свідчить про закономірне зменшення об'єму міжзернових порожнеч при збільшенні значень агрегатно-структурного фактору та не суперечить висновкам інших дослідників (2, 3, 4, 5, 6.). Його вплив на зміну об'єму міжзернових порожнеч залежить від заданої зручнукладальності суміші та не залежить від впливу на цей показник інших факторів. Зміна показника зручнукладальності суміші від $OK = 6$ см до $Ж = 35$ с збільшує вплив r на V_n на 18 %. При збільшенні значень r (тобто збільшенні частки піску в суміші заповнювачів) від 0,3 до 1 для сумішів з показником зручнукладальності $OK = 6$ см і фіксованих на нижньому рівні значеннях інших факторів об'єм міжзернових порожнеч V_n зменшується в 1,78 рази. Для сумішів з показником зручнукладальності $Ж=35$ с при цих же умовах V_n зменшується в 2,06 рази (рис. 1).

Наступним фактором по «потужності» впливу на об'єм міжзернових порожнеч є витрата цементу. Збільшення його витрати незалежно від впливу інших факторів зменшує об'єм міжзернових порожнеч суміші (рис.2.): відбувається заповнення цементом об'єму, займаного залученим у суміш повітрям (2, 3, 4).

Вплив витрати цементу на об'єм міжзернових порожнеч залежить від часу перемішування та віброуцільнення керамзитобетонної суміші.

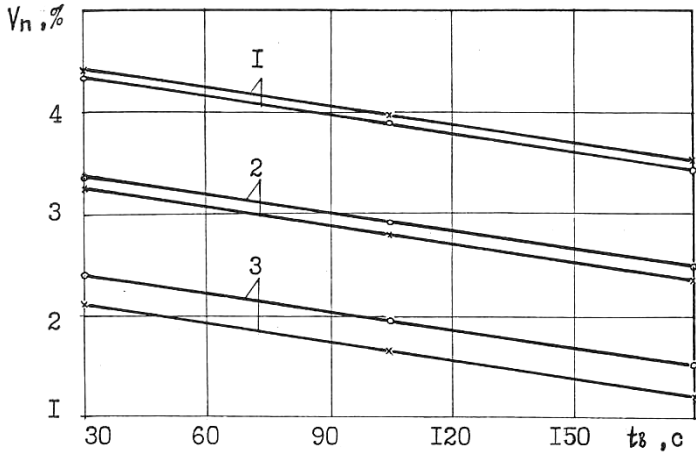


Рис. 1. Залежність об'єму міжзернових порожнеч керамзитобетонної суміші від часу віброуцільнення та значень агрегатно-структурного фактору
1,2,3 – для r відповідно 0,3; 0,65; Φ ; - ОК = 6 см; х - Ж = 35с

Збільшення часу перемішування та віброуцільнення в інтервалі зміни цих факторів (2...8 хв. і 30...180 с.) зменшує вплив витрати цементу на V_n відповідно в 1,9 і 1,8 рази. Ці закономірності, очевидно, можна пояснити в такий спосіб. У процесі перемішування керамзитобетонної суміші відбувається часткове роздроблення зерен великого й дрібного заповнювачів. При цьому, додатково до наявних, утворюються дисперсні частки заповнювача, порівняні із зернами цементу. Їх кількість тим більше, чим довше перемішується суміш. Із часом перемішування та віброуцільнення ці частки займають ті міжзернові порожнечі, які міг би зайняти цементний гель. Збільшення витрати цементу в межах від 200 до 550 кг/м³ для сумішей з показником зручності ОК = 6 см і значеннями агрегатно-структурного фактору $r = 0,3$, що перемішуються протягом 3 хв., зменшує об'єм міжзернових порожнеч при $t_b = 30$ с з 4,31 % до 1,99 %, а при $t_b = 180$ с. з 3,44 % до 1,93 %. При перемішуванні сумішей протягом 8 хв. і віброуцільненні протягом 30 с. і 180 с. збільшення витрати цементу в зазначених межах зменшує V_n відповідно з 3,34 % до

1,94 % і з 2,93 % до 1,91 %. При зміні зручноукладальності суміші від ОК = 6 см до Ж = 35 с. для тих же умов об'єм міжзернових порожнеч суміші незначно збільшується (рис.2).

Аналіз рівняння (2) і графічних залежностей на рис. 3 показав, що об'єм міжзернових порожнеч нелінійно залежить від зручноукладальності керамзитобетонної суміші. Характер впливу зручноукладальності суміші на об'єм міжзернових порожнеч залежить від вмісту в ній керамзиту та карбонатного піску. Встановлено, що для будь-яких значень r у діапазоні зміни цього фактора існують оптимальні показники зручноукладальності, при яких керамзитобетонна суміш буде мати найменший об'єм міжзернових порожнеч. Так, для $r = 0,3; 0,65$ і 1 оптимальні показники зручноукладальності рівні відповідно $J_{\text{опт}} = 19\text{с.}; 25\text{с.}; 31\text{с.}$

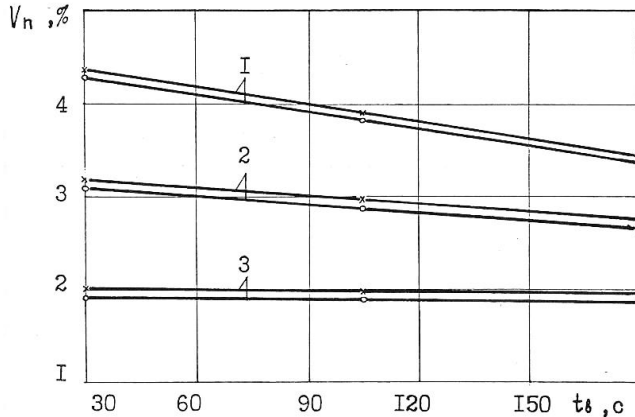


Рис.2. Залежність об'єму міжзернових порожнеч керамзитобетонної суміші від часу віброущільнення та витрати цементу.

1; 2; 3 – витрата цементу відповідно 200; 375; 550 $\text{кг}/\text{м}^3$;
 - ОК = 6 см; х - Ж = 35 с

При зміні зручноукладальності суміші від ОК = 6 см до $J_{\text{опт}}$ об'єм міжзернових порожнеч зменшується, а при $J > J_{\text{опт}}$ – збільшується. Тривалість перемішування керамзитобетонної суміші зменшує об'єм міжзернових порожнеч усередньому на 25% , що пов'язане із частковим роздробленням заповнювача в процесі змішування в бетонозмішувачі.

Висновки

1. Вплив рецептурно-технологічних факторів на об'єм міжзернових порожнеч якісно не залежить від послідовності завантаження компонентів керамзитобетонної суміші і режимів її приготування.

2. Із розглянутих факторів найбільший вплив на об'єм міжзернових порожнеч має агрегатно-структурний фактор γ . Збільшення його значення від 0,3 до 1 приводить до зменшення об'єму міжзернових порожнеч V_n в середньому в два рази.

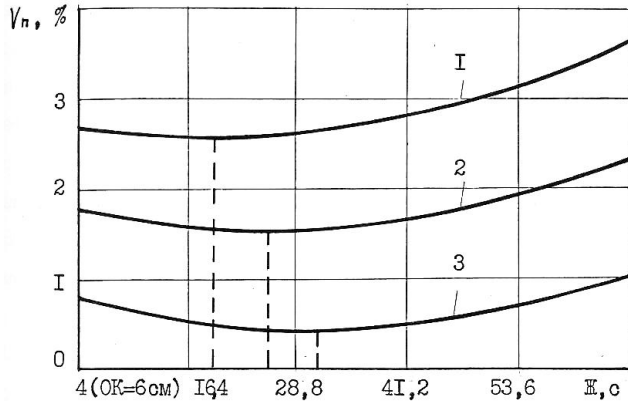


Рис. 3. Залежність об'єму міжзернових порожнеч керамзитобетонної суміші від її зручності укладання та значень агрегатно-структурного фактору.
1; 2; 3 – відповідно для $\gamma = 0,3; 0,65; 1$

Summary

Conducted experimental research and analysis the obtained results of the complex influence of technological factors on the volume of intergranular void that characterizes sealing for ceramsite concrete intended for monolithic construction.

1. Айвазян С.А., Єнюков І.С., Мішалкін Л.Д. Прикладна статистика. Дослідження залежностей / Довідкове видання. - М.:Фінанси і статистика, 1985.-488с.

2. Олександрівський С.В., Розрахунок бетонних і залізобетонних конструкцій на зміну температури та вологи с урахуванням повзучості. - М., Будвидав, 1973-432с.

3. Атаєв С.С. Технологія індустріального будівництва з монолітного бетону. - М., Будвидав, 1989 -336 с.

4. Ахвердов І.М., Делтуєва Ю.Ю., Інтенсивність вібрації, фізико-механічні та деформаційні властивості бетону // Бетон і залізобетон.-1967.- №1-С.35-36.
5. Айвазян С.А., Єнюков І.С., Мішалкін Л.Д. Прикладна статистика. Основи моделювання та первинна обробка даних. Довідкове видання. - М.-:Фінанси і статистика, 1983.-472с.
6. Співак Н.Я., Крупнопанельні огороджувальні конструкції з легких бетонів на пористих заповнювачах.- М., 1964.-148с.