

ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДІВ КЕРАМЗИТОБЕТОНУ ЗА КРИТЕРІЄМ МІНІМАЛЬНОЇ ВТРАТИ РУХЛИВОСТІ СУМІШІ В ЧАСІ

Костюк А.І., к.т.н., доцент

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

При призначенні вихідної рухливості керамзитобетонної суміші, призначеної для бетонування монолітних конструкцій, необхідно враховувати зміну її рухливості з плином часу.

Основним технологічним фактором, що визначає характер зміни рухливості бетонних сумішей в монолітному будівництві, є тривалість їх витримки до укладання в конструкції. Характер зміни цього фактору залежить від седиментації цементного тіста і поглинання частини води компонентами суміші.

Значні відмінності у властивостях заповнювачів, що визначають вищевказані явища, призводять до різних їх кількісних оцінок, які необхідно враховувати в конкретних умовах виробництва.

Зміна властивостей бетонних сумішей залежно від тривалості їх витримки до укладання в конструкції досліджувалася неодноразово. За дослідями В.М. Худавердяна (1) рухливість туфобетонних сумішей за одну годину зменшилась з ОК = 7 см до ОК = 1 см, а рухливість бетонних сумішей на щільних заповнювачах за той же час - з ОК = 7 см до ОК = 3 см. У дослідях М.З. Симонова (2) для сумішей на заповнювачах з літоїдної пемзи з ОК = 10 см і 12 см і розчинів з ОК = 22 см і 24 см зменшення рухливості до ОК = 0-3 см відбувалося на протязі 1,5-2 год. Автором відзначається, що використання попередньо зволжених заповнювачів з метою збільшення тривалості збереження заданої рухливості бетонних та розчинних сумішей не дало позитивного ефекту в порівнянні з сухими заповнювачами. Чирков Ю.Б. (3) на підставі проведених досліджень, робить висновки, що тривалість збереження заданої рухливості легкобетонних сумішей збільшується з підвищенням ступеня водонасичення пористих заповнювачів, особливо при використанні гравієподібних і дрібнопористих матеріалів зі значною пористістю. Автор зазначає, що з підвищенням початкової рухливості зростає інтенсивність втрати рухливості суміші.

Маловивченою стороною цього питання є визначення впливу компонентів суміші на зміну в часі її рухливості.

Як відомо, склад бетону при заданій зручноукладальності суміші визначається витратою цементу та інертних заповнювачів, оцінюваних агрегатно-структурним фактором r . Тому ці величини обрані в якості факторів для вивчення їх впливу на зміну рухливості керамзитобетонної суміші в часі.

Досліди проводили по близькому до D-оптимального плану типу 3^2 . В якості контрольованих параметрів прийнята рухливість керамзитобетонної суміші ОК_t в моменти часу $t=10, 30$ та 60 хв. Рівні варіювання факторів і результати реалізації дослідів з прийнятим планом наведено в табл. 1.

Матриця планування та робоча матриця

Таблиця 1

| Порядковий № дослід-ду | Рандомізований № досліду | Фактори та рівні їх варіювання | | Контрольовані параметри | | |
|------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| | | $X_1 = \rho$ кг/м ³ | $X_2 = r$ | ОК _t =10, см | ОК _t =30, см | ОК _t =60, см |
| 1. | 6 | $+\frac{\square}{500}$ | $+\frac{\square}{1}$ | 9,9 | 8,2 | 4,8 |
| 2. | 11 | $-\frac{\square}{250}$ | $-\frac{\square}{0,25}$ | 8,8 | 7,3 | 0,3 |
| 3. | 4 | $+\frac{\square}{550}$ | $-\frac{\square}{0,25}$ | 7,7 | 6,2 | 2,7 |
| 4. | 7 | $-\frac{\square}{250}$ | $+\frac{\square}{1}$ | 8,2 | 7,5 | 5,7 |
| 5. | 2 | | $+\frac{\square}{1}$ | 9,5 | 7,8 | 5,9 |
| 6. | 5 | | $-\frac{\square}{0,25}$ | 8,2 | 7,2 | 1,6 |
| 7. | 1 | $+\frac{\square}{550}$ | | 9,1 | 5,9 | 4 |
| 8. | 10 | $-\frac{\square}{250}$ | | 9,8 | 7,4 | 5,2 |
| 9. | 8 | | | 8,9 | 6,1 | 4,2 |
| 10. | 9 | | | 9,4 | 6,9 | 5 |
| 11. | 3 | | | 8,9 | 6,4 | 4,2 |

Рівні варіювання факторів призначили таким чином, щоб вони охопили весь діапазон всіх можливих складів керамзитобетону. Початкова рухливість керамзитобетонної суміші всіх складів (рядків плану) прийнята рівною $OK_{t=0}=10$ см. Попередньо для кожного складу (рядку плану) уточнювали витрату води, яка забезпечувала $OK_{t=0}=10$ см. Потім готували суміш та вимірювали її рухливість через $t=10, 30$ та 60 хв. Закінчення приготування суміші прийняли за нульовий відлік часу $t=0$.

За результатами експерименту для моментів часу $t=10, 30$ та 60 хв. із 95% надійністю отримані квадратичні рівняння регресії рухливості керамзитобетонної суміші:

$$OK_{t=10} = 9,2 + 0,3x_2 - 0,5x_2^2; \quad (1)$$

$$OK_{t=30} = 6,6 + 0,5x_2 - 0,8x_2^2; \quad (2)$$

$$OK_{t=60} = 4,6 + 2x_2 - 1x_2^2; \quad (3)$$

Рівняння приведені тільки зі статистично значущими коефіцієнтами. Вони по F-критерію Фішера адекватні ($F_{ад} < F_{табл}$) та мають інформаційну цінність ($F_{інф} > F_{табл}$).

Аналіз рівнянь (1), (2), (3) показує, що витрата цементу статистично не значимо впливає на рухливість керамзитобетонних сумішей, що підтверджує висновки про незалежність впливу його витрати для отримання сумішей з однаковою рухливістю. Витрата цементу також не робить статистично значимого впливу на зміну рухливості керамзитобетонної суміші в часі. Цей висновок цікавий тим, що відоме правило сталості водопотреби (2, 4, 5, 6) діє незалежно від часу витримування керамзитобетонної суміші до її укладання у конструкції, а також тим, що поглинання води зернами цементу до початку структуроутворення дуже мале в порівнянні з водопоглинанням заповнювачів.

Визначальний вплив на зміну рухливості керамзитобетонної суміші в часі робить концентрація керамзитового гравію, оцінювана агрегатно-структурним фактором r . При різних значеннях r спостерігається помітна відмінність у характері зменшення рухливості суміші в часі (рис. 1). Очевидно, це можна пояснити різним характером водопоглинання в часі самих заповнювачів. Так, велике насичення суміші керамзитобетону гравієм призводить до різкого зменшення її рухливості (у період $t < 15$ мин) з причини інтенсивного водопоглинання заповнювачем. Потім інтенсивність водопоглинання зменшується, і, як наслідок, сповільнюється падіння рухливості. Зменшення вмісту керамзитового гравію в суміші призводить до більш плавного зменшення її рухливості. Різниця між початковою і кінцевою в рамках експерименту рухливі-

стю тим більша, чим менше насичення суміші керамзитовим гравієм: для $r=0,25$; $0,625$ та 1 вона становить у середньому відповідно: $8,3$; $5,5$ та $4,3$ см.

Склади бетону звичайно проектують з таким розрахунком, щоб отримати необхідну (проектну) рухливість суміші в момент її укладання в конструкції. Тому початкову рухливість призначають більшою на величину її витрати до укладання суміші. Аналіз рівнянь (1), (2), (3) показує, що агрегатно-структурним фактором r можна регулювати втрату рухливості суміші в часі, тобто різницю між початковою та проектною рухливістю. Як видно з рис. 2, для заданого часу до укладання суміші в конструкції існує оптимальне значення агрегатно-структурного фактора r (пунктирна лінія), яке відповідає мінімальній різниці між початковою та проектною рухливістю. Визначивши таким чином оптимальне значення r , та враховуючи, що витрата цементу не впливає на зміну рухливості суміші в часі, можна проектувати склади керамзитобетонів різної міцності, відповідні потребам мінімальної втрати рухливості суміші у часі.

Висновки

1. Найбільший вплив на водопотребу керамзитобетонної суміші зручноукладальністю $OK=6$ см – $Ж=35$ с надає агрегатно-структурний фактор. Вплив цього фактора неоднозначний і залежить від витрати цементу і зручноукладальності суміші. Для заданої витрати цементу і заданої зручноукладальності суміші існує оптимальне значення агрегатно-структурного фактору, при якому досягається мінімально можлива водо потреба суміші. При зміні зручноукладальності суміші в зазначених межах оптимальні значення агрегатно-структурного фактора, незалежно від витрати цементу, знижуються на $0,1$.

2. Експериментально доведено, що правило сталості водопотреби діє незалежно від часу витримки керамзитобетонної суміші до її укладання в конструкції.

3. Визначальний вплив на характер і величину зміни рухливості керамзитобетонної суміші в часі робить концентрація керамзитового гравію. Рухливість сумішей при значеннях r , рівних $0,25$; $0,625$; 1 зменшується за 1 годину відповідно на $8,3$ см; $5,5$ см; $4,3$ см.

Вплив агрегатно-структурного фактора r на зміну рухливості керамзитобетонної суміші у часі

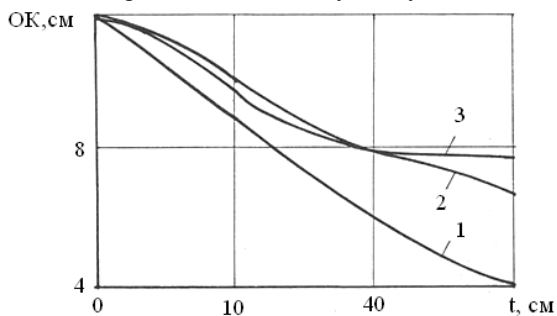


Рис. 1.

1, 2, 3 - значення r відповідно 0,25; 0,625; 1

Зміна рухливості керамзитобетонної при різному часі витримки до укладання в конструкції залежно від значень

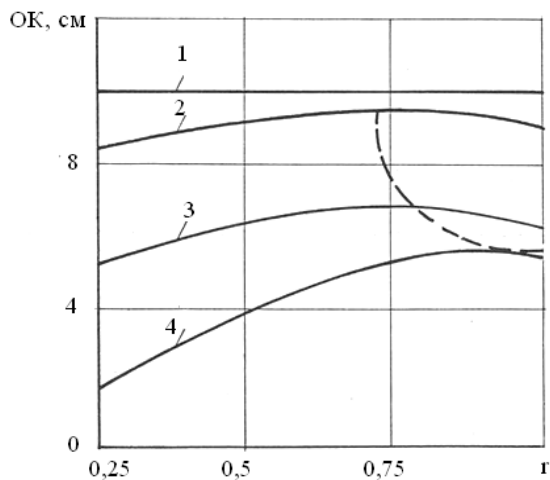


Рис. 2.

1, 2, 3, 4 - при t відповідно 0; 10; 30; 60 хв.

----- оптимальні значення

Summary

Presented method and results of experimental researches of changes the mobility of haydite concrete mixes intended for monolithic house building with the course of time. Presented analysis of the influence of technological factors on this rate. The experimentally proved that the rule of constancy of demand of water acts independently from shutter time haydite concrete mixes to of its conclusion in the construction.

Література

1. Худовердян В.М., Методи проектування складів туфобетону. – Єраван : вид. АН Армсср, 1950.- 104с.
2. Симонов М.З. Основи технології легких бетонів. – М.: Вид – тво літ. по буд., 1973. - 584с.
3. Чирков Ю.Б. Зведення монолітних конструкцій та споруд з легкого бетону. – М.: Будвидат, 1984 – 169с.
4. Довжик В.Г., Дорф В.Н., Петров В.П. Технологія високоміцних керамзитобетонів. – М., 1966.- 87с
5. Сорокер В.І. Пластифіковані бетони і розчини. - М.: Госстройиздат, 1953. – 248с.
6. Суханов В.Г. Методика комплексного підходу до проектування складів бетону / Інф.листок про научно-техн. досягнення. - Одеса, 1991. – 4с.