

УДК 624.044:624.041.6

**МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ КЕРАМЗИТОБЕТОНУ НА КАРБОНАТНОМУ ПІСКУ І ЕЛЕМЕНТІВ НА ЙОГО ОСНОВІ**

**МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ КЕРАМЗИТОБЕТОНА НА КАРБОНАТНЫХ ПЕСКАХ И ЭЛЕМЕНТОВ НА ЕГО ОСНОВЕ**

**RESEARCHES METHOD OF KERAMZIT CONCRETE ON CARBONATE SAND AND ELEMENTS ON IT BASIS**

**Костюк А.І., к.т.н., проф., Столевич І.А., к.т.н., доц., Албу К.І., здобувач**  
(Одеська державна академія будівництва і архітектури, м. Одеса)

**Костюк А.И., к.т.н., проф., Столевич И.А., к.т.н., доц., Албу К.И., соискатель**  
(Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса )

**Kostyuk, A. I., candidate of technical sciences, professor, Stolevych I. A., candidate of technical sciences, associate professor, Albu KI, researcher**  
(Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa )

**Приведена методика експериментальних досліджень основних властивостей керамзитобетону на карбонатному піску і елементів на його основі, сумішей і бетону. Обґрунтований вибір контрольованих параметрів.**

**Приведена методика експериментальных исследований основных свойств керамзитобетона на карбонатном песке и элементов на его основе, смесей и бетона. Обоснованный выбор контролируемых параметров.**

**The resulted method of experimental researches of basic properties of ceramsite concrete on carbonate sand and elements is on his basis, mixtures and concrete. Grounded choice of the controlled parameters.**

**Ключові слова:**

Керамзит, бетон, карбонатний пісок, міцність, щільність.

Керамзит, бетон, карбонатный песок, прочность, плотность.

Ceramsite, concrete, carbonate sand, strength, density.

**Керамзитобетон є основним видом легких бетонів, що використовуються в даний час у будівництві, і становить понад 70% загального обсягу їх виробництва.**

Керамзитобетон на карбонатному піску - один з різновидів легких бетонів, є місцевим будівельним матеріалом, використання якого визначається, перш за все, наявністю сировинної бази для виготовлення керамзиту та отримання карбонатного піску.

**Експериментальні дослідження основних властивостей керамзитобетонних сумішей на карбонатному піску і бетону проводили за методикою планованого експерименту. Схема проведення експериментальних досліджень наведена нижче.**

Експериментальні дослідження склалися з двох етапів. На першому етапі дослідження вплив рецептурних (витрати цементу та агрегатно-структурного фактору) і технологічних (легкоукладальність, час перемішування суміші в змішувачі та час її віброущільнення) чинників на основні фізико-механічні властивості керамзитобетонної суміші (пористість, розшаровуваність, щільність) і бетону (міцність, щільність, міцнісну однорідність і однорідність по щільності).

Оскільки фактор «послідовність завантаження компонентів суміші в змішувач», є якісним, матрицю планування реалізовували тричі для різних послідовностей завантаження.

В якості контрольованих, були обрані, наступні параметри.

1. Об'єм міжзернових порожнин  $V_n$ , показник розшаровуваності  $P_p$  та щільність керамзитобетонної суміші  $\rho_0$ .
2. Витрата води  $B$  для досягнення заданої легкоукладальності суміші.
3. Кубикова міцність  $R$  (28) і щільність керамзитобетону у висушеному, до постійної, маси стану  $\rho$ .
4. Дисперсія міцності  $S_{2R}$  і щільності  $S_{2\rho}$  керамзитобетону.

Значення контрольованих параметрів - обсягу зернових порожнеч  $V_n$  та показника розшаровуваності  $P_p$  визначали за результатами двох випробувань керамзитобетонної суміші. Щільність керамзитобетонної суміші  $\rho_0$  контролювали за результатами трьох визначень.

Кубикова міцність  $R$  (28), щільність керамзитобетону у висушеному до повної маси стані  $\rho$ , дисперсію міцності  $S_{2R}^2$  і щільності  $S_{2\rho}^2$  керамзитобетону визначали за результатами випробувань серій кубків, що складаються з 12 зразків-близнюків.

**Перший етап досліджень у відповідності з обраним планом експерименту включав випробування керамзитобетонної суміші та дослідних зразків 32 наборів серій для кожної реалізації матриці планування.**

Крім цього на першому етапі проводили дослідження впливу рецептурних факторів (витрати цементу та агрегатно-структурного фактора) на зміни рухливості суміші в часі. В якості контрольованого параметра

прийнята рухливість суміші через задані проміжки часу після її виготовлення ОКт.

## СХЕМА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



Характеристика, призначення, кількість випробувань проб суміші дослідних зразків наведені в таблиці 1.

У результаті реалізації першого етапу експериментальних досліджень (випробування та аналіз результатів випробувань) за розробленою методикою отримані оптимальні за заданими критеріями технологічні параметри для кожного досліджуваного складу керамзитобетону на карбонатному піску, обумовленого рецептурними факторами та рівнем їх варіювання.

На другому етапі дослідження міцності та деформативні характеристики керамзитобетону на карбонатному піску та особливості роботи згинальних елементів при навантаженнях різної тривалості та інтенсивності.

На базі отриманих з урахуванням оптимальних значень технологічних параметрів складів були виготовлені і випробувані дослідні зразки і елементи-куби, призми і балки.

Таблиця 1

Призначення і кількість випробувань суміші та дослідних зразків

Стан матеріалу	Розмір ємкості або зразків	Призначення проб суміші та дослідних зразків	Кількість, шт	
			Для однієї реалізації матриці планування	Загальне
Проби суміші	Циліндрична судина, $V=5\text{дм}^3$	Визначення $V_n, \rho_0$	64	192
Проби суміші	Форми $15 \times 15 \times 15$ см	Визначення $P_p$	64	192
Куби бетонні	$10 \times 10 \times 10$ см	Визначення $\rho; R(28), S^2_R, S^2_\rho$	384	1152
Проби суміші	Конус	Визначення ОКт		44

В експериментальних дослідженнях, проведених за методикою планованого експерименту, в якості основних параметрів, що контролюються були обрані:

1. Кубикова міцність  $R$  (28) і призмova  $R_{bt}$  у віці 7,28,115,300,500 доби.
2. Модуль пружності  $E_b(t)$  в тих же віках.
3. Граничні деформації стиснення  $\epsilon_{bu}$  керамзитобетону при завантаженні короткочасним навантаженням.
4. Параметричні рівні мікротрещіноутворення  $R_{ctc}^0$  і  $R_{ctc}^v$  при завантаженні короткочасним навантаженням.
5. Відносні деформації повзучості  $\epsilon_{cc}(\sigma, t, t_0)$  керамзитобетону, завантаженого у віці  $t_0 = 7, 28, 115$  діб, навантаженням рівним  $0,2 R_b S$ ;  $0,6 R_b S$ ;  $0,8 R_b S$ .
6. Відносні деформації усадки  $\epsilon_{sc}(t, tw)$ . Початковий відлік часу  $tw$  відповідав закінченню часу схоплювання бетону.

У відповідності з обраним планом, експеримент включав реалізацію (випробування) дослідних зразків 15 серій.

Значення кожного контрольованого параметра визначали за результатами випробувань 2-3 дослідних зразків-близнюків.

Додатково до основних зразків кожній серії було виготовлено по 2 призми, призначені для контролю температурних деформацій керамзитобетону (температурні еталона), викликаних коливанням температур в приміщенні, де проводили дослідження деформацій усадки та повзучості.

Для досліджень тривалого опору керамзитобетону при центральному завантаженні було виготовлено 5 серій дослідних зразків-призм. Значення контрольованих параметрів визначали за результатами випробувань 19-24 зразків-близнюків кожної серії.

Досвідчені елементи-балки виготовляли з керамзитобетону одного складу, класу за міцністю на стиск В12, 5. Виготовлено і випробувано дві серії дослідних балок, що відрізняються тільки відсотком армування. Для визначення характеристик керамзитобетону досвідчених балок виготовляли й випробовували відповідне зразки-куби і призми.

### **Висновки:**

1. Найбільший вплив на водопотребу керамзитобетонної суміші легкоукладальністю  $OK = 6с - Ж = 35с$  надає агрегатно-структурний фактор. Вплив цього фактора неоднозначний і залежить від витрати цементу і легкоукладальності суміші. Для заданої витрати цементу і заданої легкоукладальності суміші існує оптимальне значення агрегатно-структурного фактора, при якому досягається мінімально можлива водопотреба суміші.

2. Найбільше на обсяг міжзернових порожнин впливає агрегатно-структурний фактор. Збільшення його значень від 0,3 до 1 призводить до зменшення  $V_p$  в середньому в 2 рази.

3. Розшарування керамзитобетонних сумішей при їх віброущільненні уникнути практично не можна. Найбільшою мірою розшарування суміші залежить від агрегатно-структурного фактора і тривалості віброущільнення, і в значно меншій - від витрати цементу. При самих несприятливих поєднаннях зазначених факторів розшаровуваність суміші не перевищує 7,5%, що можна вважати допустимим при проектуванні складів керамзитобетону.

4. Експериментально встановлено, що правило сталості водопотреби діє незалежно від часу витримки керамзитобетонної суміші до її укладання в конструкції. Основний вплив на характер і величину зміни рухливості керамзитобетонної суміші в часі робить концентрація керамзитового гравію. Рухливість сумішей при значеннях  $\tau$ , рівних 0,25; 0,625; 1 зменшується за 1 годину відповідно на 8,3 см; 5,5 см; 4,3 см.

5. Найбільший вплив на щільність керамзитобетонної суміші та бетону надає агрегатно-структурний фактор. Вплив витрати цементу і технологічних факторів позначається в значно меншому ступені.

6. Для оптимізації складів керамзитобетону на карбонатному піску рекомендується використовувати розроблену методику комплексного підходу, котра дозволяє отримати економічні по вартості склади.

1. Довжик В.Г., Дорф В.А., Петров В.П. Технология высокопрочных керамзитобетонов. – М.: Стройиздат, 1976. – 136 с. 2. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 280 с. 3. Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика. Исследование зависимостей / Справочное издание. – М.: Финансы и статистика, 1985. – 488 с. 4. Баженов Ю.М., Вознесенский В.А. Перспективы применения математических методов в технологии сборного железобетона. – М.: Стройиздат, 1974. – 191 с. 5. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. – М.: Высшая школа, 1982. – 224 с. 6. Рекомендации по применению методов математического планирования эксперимента в технологии бетона: НИИЖБ. – М., 1982. – 44 с. 7. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. – М.: Финансы и статистика, 1981.– 264 с. 8. Степнов М.Н. Статистические методы обработки результатов механических испытаний / Справочник. – М.: «Машиностроение», 1985. – 231 с. 9. Вознесенский В.А., Ковальчук А.Ф. Принятие решений по статистическим моделям. – М.: Статистика, 1978. – 192 с. 10. Вилков К.И. Конструкционный керамзитобетон при обычных и сложных деформациях. – М.: Стройиздат, 1984. – 240