

КЕРАМЗИТОБЕТОН НА МЕХАНОАКТИВИРОВАННОМ ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНОМ ВЯЖУЩЕМ

Лаит Каис Махмуд Фаттах, Барабаш И.В., Щербина С.Н. *(Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г.Одесса, Украина)*

Досліджено сумісний вплив золи-винос Ладиженської ГРЕС, суперпластифікатора С-3 та механохімічної активації на міцність керамзитобетону. Виявлено значний приріст міцності керамзитобетону на механоактивованому вяжучому, що дозволяє до 20% цементу замінити на золу-винос ГРЕС.

Развитие производства легких бетонов приобретает особое значение по целому ряду признаков. Прежде всего применение таких бетонов позволяет снизить массу зданий и конструкций до 30%, что позволяет достигнуть ряда положительных технико-экономических показателей. В то же время обладая повышенной пористостью керамзитобетон характеризуется пониженными механическими характеристиками.

Одним из способов повышения механических характеристик бетона, является повышение активности портландцемента.

Перспективным, с точки зрения экономической эффективности, являются механохимические способы активации цементных смесей. Использование оптимальных по дисперсности и количеству минеральных наполнителей, эффективных добавок ПАВ в процессе активации цементных суспензий, способствует резкому ускорению процессов твердения цемента, а также повышению прочности цементного камня и бетона на его основе. Таким образом, активация цементсодержащих суспензий приводит к получению строительных изделий более высокого качества при относительно низких энергетических затратах.

Представлял интерес оптимизировать составы керамзитобетона на механоактивированном вяжущем, а также установить влияние режимов тепловлажностной обработки на его физико-механические характеристики.

Исследования проводились по 18-ти точечному четырехфакторному D-оптимальному плану.

Нормализация всех факторов состава бетона выполнена по стандартным формулам:

$$x_i = (X_i - X_{0i})/\Delta X_i$$

где $X_{0i} = 0.5 (X_{i,max} + X_{i,min})$, $\Delta X_i = 0.5 (X_{i,max} - X_{i,min})$.

В качестве вяжущего применялся чистоклинкерный портландцемент с удельной поверхностью 400 м²/кг.

В качестве наполнителя, была использована зола-унос Ладыжинской ТЭС (X₂), с удельной поверхностью S_{уд} = 306 м²/кг.

В качестве добавки пластификатора в бетонную смесь использовался разжижитель С-3 в количестве 0,3...1 % (в пересчете на сухое вещество) от массы вяжущего.

В качестве заполнителя применялись кварцевый песок с M_{кр} = 2.2 и керамзитовый гравий, предварительно обработанный кремнеорганической жидкостью ГКЖ-94.

Приготовление бетонных смесей происходило как по раздельной технологии (РТ) так и по традиционной технологии (ТТ).

В эксперименте варьировались следующие независимые рецептурно-технологические факторы:

X₁ = 75 ± 15 °С – температура тепловлажностной обработки;

X₂ = 20 ± 10 % – количество золы-унос;

$X_3 = 400 \pm 100 \text{ кг/м}^3$ – количество вяжущего;

$X_4 = 0,65 \pm 0,35 \%$ – содержание С-3.

При приготовлении бетонных смесей по РТ активированная суспензия вяжущего, полученная совместным смешением последовательно введенных воды, добавки С-3, портландцемента и золы-унос в скоростном трибосмесителе-активаторе, совмещалась с кварцевым песком и керамзитовым гравием в ординарной бетономешалке. В качестве контроля использовались бетонные смеси аналогичного состава, приготовление которых осуществлялось в обычной бетономешалке. Подвижность бетонных смесей принималась постоянной ($OK = 12 \text{ см}$), как по каждой строчке плана, так и относительно сравниваемых технологий, что достигалось корректировкой расхода воды затворения. Формование образцов-кубов размером $10 \times 10 \times 10 \text{ см}$ производилось на лабораторной виброплощадке. Время вибрации принималось равным 120 с .

В результате реализации эксперимента была исследована кинетика набора прочности при сжатии $R_{сж}$ бетонов приготовленных на активированном вяжущем по отдельной технологии твердеющих как в нормальных условиях, так и при различных режимах ТВО.

Графическое представление модели, отображающей влияние РТФ при отдельном способе приготовления, показано на рис.1. Анализ графиков показывает, что при относительно низких температурах ($60-70 \text{ }^{\circ}\text{C}$) возможно получать легкие бетоны с прочностью при сжатии после ТВО до 15 МПа рис.1. Контрольные образцы показывали прочность не выше $4-6 \text{ МПа}$.

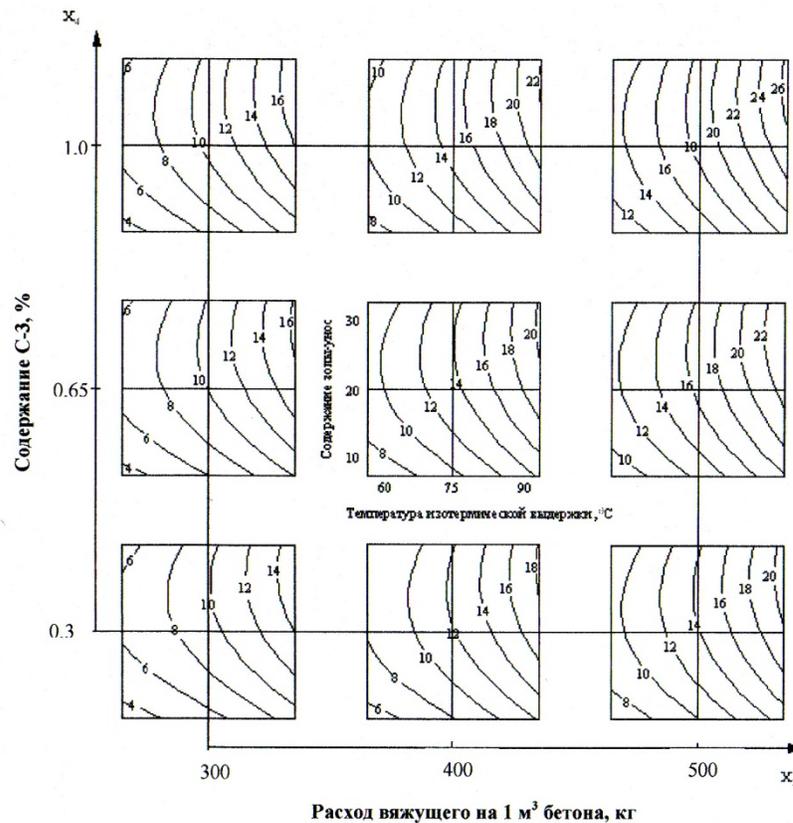


Рис.1. Влияние рецептурно-технологических факторов на прочность при сжатии (МПа) бетонов приготовленных по РТ
Активация цементной суспензии в скоростном смесителе – 120 с .

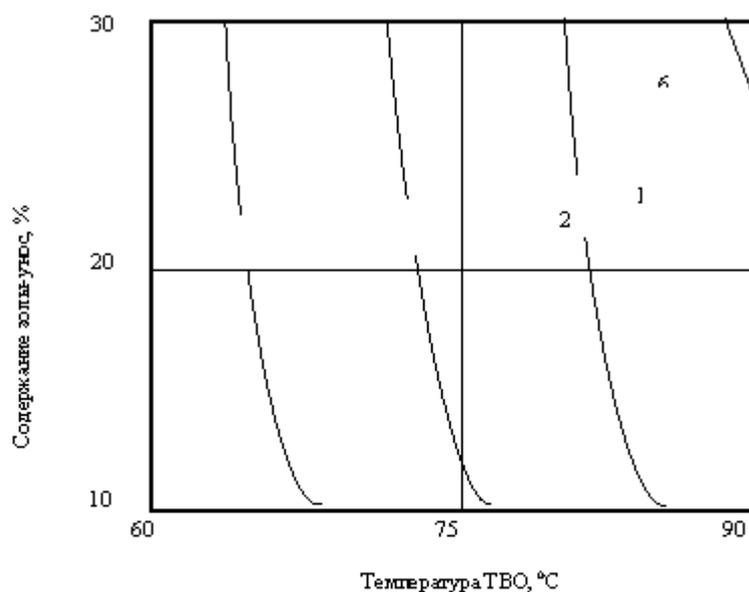


Рис. 2. Влияние температуры ТВО и степени наполнения на прочность на сжатие бетонов приготовленных по традиционной технологии ($X_1=X_4=0$)

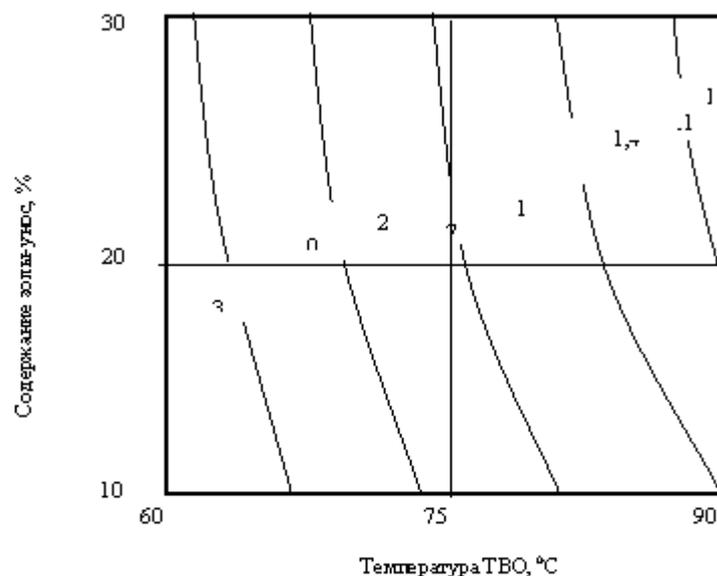


Рис. 3. Отношение прочности при сжатии механизированных бетонов к прочности контрольных образцов ($R_{акт}/R_{кт}$)

Экспериментально установлено, что повышение температуры ТВО, а также времени изотермической выдержки изделий приводит к увеличению прочности бетонов приготовленных как по раздельной, так и по традиционной технологии. Однако если увеличение температуры ТВО контрольных образцов с 60 до 90 °С приводит к повышению прочности с 3,0 до 14,0 МПа (рис. 2) (т.е. почти в 5 раз) то аналогичное повышение температуры изотермической выдержки изделий на активированном вяжущем обеспечивает повышение прочности всего в 2,0 раза (с 7 до 14 МПа) рис.1.

Повышение температуры ТВО приводит к снижению разности между прочностями. Так при температуре изотермического прогрева 90 °С разница в прочностях не превышает 10-15 % (рис.3).

Это является свидетельством того, что бетон на активированном вяжущем способен эффективно твердеть и при относительно низких температурах (не выше 40 °С). Поэтому повышение температуры изотермического прогрева таких изделий не так существенно влияет на повышение прочности как для бетонов изготовленных традиционным способом.

Подтверждением этого являются результаты прочности при сжатии керамзитобетонов, твердеющих при $t=20^{\circ}\text{C}$. Так прочность бетонов, приготовленных по отдельной технологии, через сутки твердения в 5 раз, а в некоторых случаях, в зависимости от состава, в 8 раз выше, чем у бетонов, приготовленных традиционным способом. В дальнейшем, скорость набора прочности замедляется и к 28-ми суточному возрасту прирост прочности не превышает 10-20 %.

Выводы

1. Активация цементных суспензий позволяет получать легкие бетоны с прочностью при сжатии 25 МПа и выше как при тепловлажностной обработке, так и при твердении в нормальных условиях.

2. Применение отдельной технологии позволяет снизить температуру ТВО изделий на 15-20 °С. Особенно эффективно применение скоростного смешения при температуре изотермической выдержки 60 °С, при которой прочность образцов на активированном вяжущем превышает прочность контрольных в 1,3-1,5 раз.

SUMMARY

Studying combined effect of the fly ash of Ladyzhenskaya SREPP*, superplasticizer C-3 and mechano-chemical activation on the strength of expanded clay lightweight concrete. Revealing that a significant increase in strength of expanded clay lightweight concrete on the mechanical activated binder that allows up to 20% cement replaced by fly ash SREPP.

***SREPP(State Regional Electric Power Plant)**

Литература

1. Ребиндер П.А. Физико-химические представления о процессах схватывания и твердения минеральных вяжущих веществ // Труды совещания по химии цемента. – М.: Промстройиздат. – 1956. – С. 125-138.

Дворкин Л.И., Соломатов В.И., Выровой В.Н., Чудновский С.М. Цементные бетоны с минеральными наполнителями. – К.; Будівельник, 1991.- 136с.