

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ОМОНОЛИЧИВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

Тертычный А.А., Луцкий Е.С., Шинкевич Е.С.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры
г. Одесса, Украина

АННОТАЦИЯ: в роботі представлені дослідження впливу різних видів добавок на властивості дрібнозернистих бетонів для омоноличування стиків будівельних конструкцій, які дозволять підвищити енергоефективність будівель і споруд.

АННОТАЦИЯ: в работе представлены исследования влияния различных видов добавок на свойства мелкозернистых бетонов для омоноличивания стыков строительных конструкций, которые позволят повысить энергоэффективность зданий и сооружений.

ABSTRACT: research of influence of different kinds of additives on the properties of fine-grained concrete for grouting joints of building constructions that will improve the energy efficiency of buildings and facilities are presented in the work.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Мелкозернистые бетоны, комплексная минеральная добавка, суперпластификатор, малоэнергоемкие технологии.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМАТИКИ

Использование в строительстве сборных изделий для наружных ограждающих конструкций требует разработки энергоэффективных материалов для омоноличивания стыков, что позволит снизить энергопотери зданий через стыковые соединения ограждающих конструкций.

Актуальной тенденцией при разработке мелкозернистых бетонов, которые используются для омоноличивания конструкций, является улучшение их теплофизических свойств, в частности снижение теплопроводности. Снижению теплопроводности способствует применение в мелкозернистых бетонах пористых минеральных наполнителей-добавок как природного, так и техногенного происхождения. Повышение водопотребности смесей за счет введения пористых добавок можно компенсировать совместной активацией вяжущего, наполнителей и заполнителей [1].

Анализ современных тенденций развития строительной отрасли показывает, что наиболее актуальной проблемой в современном бетоноведении является применение и совершенствование бетонов с химическими и минеральными добавками. Резервом же снижения себестоимости строительных материалов является использование, как отходов промышленности, так и некондиционных сырьевых материалов. Традиционно для приготовления мелкозернистых бетонов в качестве микродисперсных добавок используется микрокремнезем. Альтернативой является применение модифицирующих микродисперсных добавок, обеспечивающих высокие физико-механические характеристики изделий [2].

Известно, что применение суперпластификаторов значительно уменьшает объем межзернового пространства мелкозернистых бетонов и, следовательно, капиллярную пористость, которая является определяющим фактором для прочности, морозо- и коррозионной стойкости бетона [3]. Совместное же применение суперпластификаторов и комплексных микродисперсных добавок позволяет повысить технологичность смесей – пластичность, связность и устойчивость к расслоению и повысить прочность, морозостойкость и водонепроницаемость бетонов [4], а применение армирующих волокон – повысить их трещиностойкость [5].

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНОВ

В настоящей работе проведены исследования влияния различных видов суперпластификаторов и микродисперсных минеральных добавок на свойства мелкозернистых бетонов.

В качестве сырьевых материалов для мелкозернистого бетона использовались следующие исходные материалы: портландцемент ПЦ I-500, песок речной с $M_k = 2,0$, а в качестве добавок использовались: суперпластификатор С-3, сажа белая (осажденная), волластонит фракций 03-97, 10-97, 05-96, 30-97, высокоактивный метакаолин, химический состав которого представлен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав высокоактивного метакаолина

Al ₂ O ₃ , %	Si ₂ O ₂ , %	Fe ₂ O ₃ , %	TiO ₂ , %	CaO, %
42,75	52,72	1,59	1,45	0,22

Исследования проводились на образцах-балочках размером 4x4x16 см, которые формовались в течение 10 с на стандартной виброплощадке с последующей выдержкой в воздушно-сухих условиях при температуре 15...20°С в течение 28 суток.

Бетонную смесь приготавливали «вручную» с использованием чаши и лопатки: сначала суперпластификатор С-3 тщательно перемешивали с водой и метакаолином. Затем дозировалась сажа и волластонит. На конечном этапе перемешивали раствор с сухой смесью портландцемента и песка. Цементно-песчаная отношение (Ц:П) для всех образцов составляло 1:4.5. Для полученных растворных смесей определяли подвижность по ДСТУ Б В.2.7-239:2010 «Розчини будівельні. Методи випробування» (EN 1015-1:1999, NEQ) и ДСТУ Б В.2.7-187:2009 «Цементи. Методи визначення міцності на згин і стиск», а для затвердевшего композита – прочность на изгиб и сжатие по ДСТУ Б В.2.7-114-2002 (ГОСТ 10181-2000) «Суміші бетонні. Методи випробувань». В работе также определялось влияние комплекса химических добавок на реологические свойства смеси – расплыв смеси на встряхивающем столике и осадка конуса СТРОЙЦНИЛа. На первом этапе были проведены исследования, целью которых являлось определение оптимальных вида и содержания исследуемых добавок в мелкозернистых бетонах. Введение исследуемых добавок по отдельности в состав мелкозернистого бетона позволяет повысить прочность при сжатии мелкозернистых бетонов более, чем в 2 раза.

Установлено, что оптимальной по прочности при сжатии является фракция волластонита 05-96 (рис. 1) и содержание осажденной белой сажи 1,5%. Расплыв смесей на встряхивающем столике составлял 16...18 см, а осадка конуса – 6 см.

Введение в состав мелкозернистых бетонов наполнителей в виде тонкомолотых трепела и природного цеолита снижает прочность незначительно, но улучшает теплофизические свойства материала.

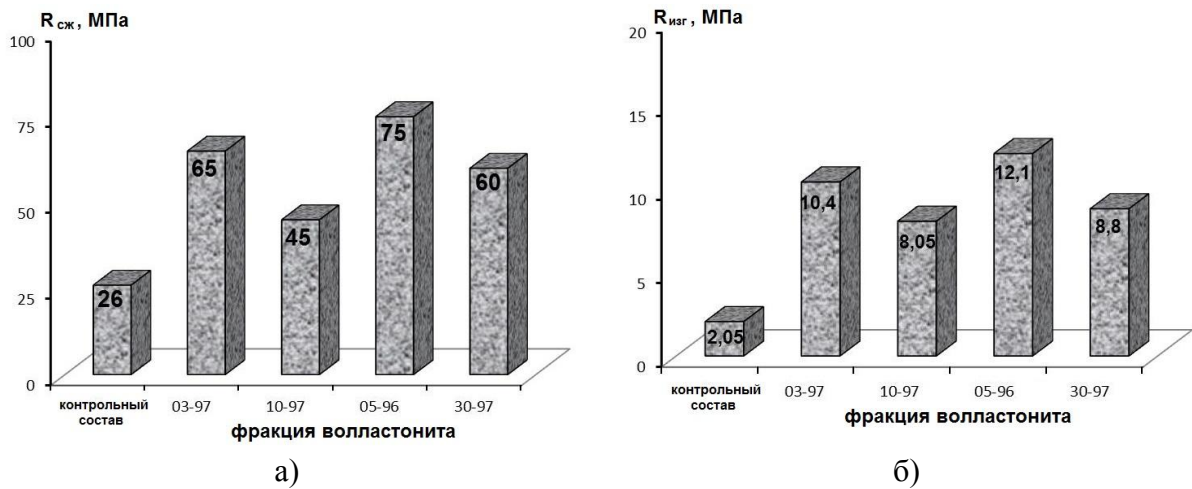


Рис. 1. Влияние фракции волластонита на прочность при сжатии (а) и прочность при изгибе (б) мелкозернистых бетонов

На следующем этапе изучено влияние добавок суперпластификатора С-3 и высокоактивного метаксаолина на свойства мелкозернистого бетона при фиксированных фракции волластонита и содержании осажденной белой сажи.

Эксперимент проводился с использованием экспериментально-статистического моделирования [6] по двухфакторному плану. В эксперименте варьировались: содержание высокоактивного метаксаолина X_1 – $(3,7 \pm 1)\%$ и содержание суперпластификатора С-3 X_2 – $(0,8 \pm 0,5)\%$ от массы вяжущего вещества. В результате реализации эксперимента получены двухфакторные экспериментально-статистические модели, которые описывают влияние исследуемых добавок на прочность при сжатии (1) и прочность при изгибе (2) композитов. Экспериментально-статистические модели рассчитаны с использованием типовой версии программы COMPEX, реализующей последовательный регрессионный анализ с генерируемой ошибкой эксперимента.

$$R_{сж} = 78,711 - 5,293x_1 - 38,07x_1^2 + 0x_1 \cdot x_2 - 10,67x_2 - 10,67x_2^2 \quad (1)$$

$$R_{изг} = 11,50 + 0x_1 + 0x_1^2 + 1,75x_1 \cdot x_2 + 2,467x_2 + 2,567x_2^2 \quad (2)$$

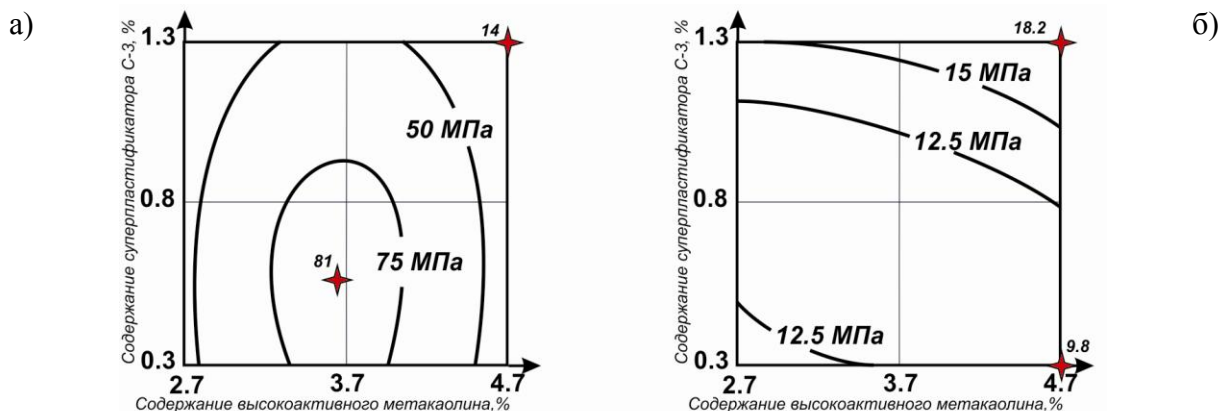


Рис. 2. Влияние добавок высокоактивного метаксаолина и суперпластификатора С-3 на прочность при сжатии (а) и прочность при изгибе (б) мелкозернистых бетонов

Установлено, что по прочности при сжатии оптимальными являются содержание высокоактивного метаксаолина – 3,7% при содержании суперпластификатора на уровне 0,5% (рис. 2).

ВЫВОДЫ

Полученные закономерности влияния добавок волластонита, суперпластификатора С-3, тонкомолотого трепела, природного цеолита и высокоактивного метаксаолина на свойства мелкозернистого бетона свидетельствуют о необходимости проведения дальнейших исследований в данном направлении и разработке комплексной добавки для мелкозернистых бетонов с требуемыми свойствами как прочностными, теплофизическими, так и деформативными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шинкевич О.С. Розвиток наукових основ отримання вапняно-кремнеземистих будівельних композитів неавтоклавної твердіння: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. тех. наук: спец. 05.23.05 "Будівельні матеріали та виробництво" / Шинкевич О.С. – Одеса, 2008. – 32 с.
2. Баженов Ю.М. Мелкозернистый бетон, модифицированный комплексной микродисперсной добавкой / Ю.М. Баженов, Н.П. Лукутцова, Е.Г. Карпиков // Вестник МГСУ. – Москва, 2013. – № 2. – С. 94-100.
3. Тольпина Н.М. Об эффективности действия суперпластификаторов в мелкозернистых бетонах в зависимости от вида мелкого заполнителя / Н.М. Тольпина, Ш.М. Рахимбаев, Е.Н. Карпачёва // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород, 2010. – № 3. – С. 66-74.
4. Баженов Ю.М. Исследование наномодифицированного мелкозернистого бетона / Ю.М. Баженов, Н.П. Лукутцова, Е.Г. Матвеева // Вестник МГСУ. – Москва, 2010. – № 4. - Т.2. – С. 415-421.
5. Приходько А.П. К вопросу определения параметров армирующих волокон в ком-позиционных материалах / А.Приходько, А.Максименко, В.Мушкет // Theoretical foundations of civil engineering. – Warsaw: WUT, 2013. – Vol. 21. – P. 515-522.
6. ЭВМ и оптимизация композиционных материалов / [В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, Я.П. Иванов, И.И. Николов]. – Киев: Будивельник, 1989. – 240 с.

REFERENCES

1. Shinkevich, E. Development of scientific foundations of lime -silica composites autoclave curing : Abstract thesis ... of D.Sc. in Eng. / 05.23.05 «Building materials and articles». – Odessa, 2008. – 32 p.
2. Bazhenov, Yu. Fine-grained Concrete Modified by Integrated Micro-dispersive Additive / Bazhenov, Yu., Lukuttsova, N., Karpikov, E. // Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering. – Moscow, 2013. – no. 2. – P. 94-100.
3. Tolypina, N. On the Effectiveness of Super-plasticizers in Fine-grained Concretes Depending on the Type of the Fine Aggregate / Tolypina, N., Rakhimbaev, Sh., Karpacheva, E. // Proceedings of Bryansk State Technical University named after Shukhov. Belgorod, 2010. – no. 3. – P. 66-74.
4. Bazhenov, Yu. Study of Nano-modified Fine-grained Concrete / Bazhenov, Yu., Lukuttsova, N., Matveeva, E. // Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering. - Moscow, 2010. – No. 4, Vol. 2. – P. 415-421.
5. Prikhodko, A. On the determination of the parameters of the reinforcing fibers in composite materials / Prikhodko, A., Maksymenko, A., Mushket, A. // Theoretical foundations of civil engineering. – Warsaw: WUT, 2013. – Vol. 21. – P. 515-522.
6. Computer and optimization of composite materials / [Voznesenskiy, V., Lyashenko, T., Ivanov, J., Nikolov, I.]. – Kiev: Budyvelnik , 1989. – 240 p.

Статья поступила в редакцию 25.03.2014 г.