

Возможности использования минеральных пористых компонентов в качестве демпфирующих добавок для бетонов

Е.О. Лотошникова, Л.М. Усепян, В.Н. Телегина, И.М. Усепян

Донкой государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: для регулирования процессов структурообразования и физико-механических свойств ударостойкого бетона жесткого прессования используются различные минеральные пористые компоненты, такие как керамзит, зольные микросферы и др.

Ключевые слова: регулирование, структурообразование, физико-механические свойства, зольные микросферы, фазово-минеральный состав, рентгенофазовый анализ, адгезия.

Для регулирования процессов структурообразования и физико-механических свойств ударостойкого бетона жесткого прессования в соответствии с рабочим планом исследований в состав формовочных смесей вводили различные минеральные пористые компоненты: керамзит АО Ростовского завода легких заполнителей, зольные микросферы Новочеркасской ГРЭС и др. Наибольший интерес (как компонент в вяжущего низкой водопотребности) представляют собой топливные золы [1]. Запасы этих материалов в государствах СНГ составляют около 3 млрд.т, а объем их использования всего 18% от годового выпуска.

Зольные микросферы (ЗМ) Новочеркасской ГРЭС, являются компонентом золошлаковых смесей и удовлетворяют требованиям ГОСТ 25818 "Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия" и ГОСТ 25592 "Смеси золошлаковые для бетона. Технические условия" [2].

В соответствии с ГОСТ 9758 «Заполнители пористые неорганические для бетона. Методы испытаний» следует указать в табл. 1 основные свойства пористых компонентов: плотность, объемную насыпную плотность, межзерновая пустотность, водопоглощение [3].

Таблица 1

Свойства пористых компонентов

Наименование компонента	Свойства
Зольные микросферы (фр. 0-2,5 мм)	Средняя насыпная плотность – 380-410 кг/м ³ Плотность гранул – 580 кг/м ³ Пустотность – 28-30% Содержание ПГ и органических примесей отсутствует Истинная плотность оболочки – 2490-2500 кг/м ³ Диаметр – 20-200 мкм Коэффициент теплопроводности – 0,11-0,125 Вт/м ⁰ С
Керамзит (фр. 0-2,5 мм)	Средняя насыпная плотность – 350 кг/м ³ Плотность – 0,6 г/см ³ Пустотность – 42% Содержание ПГ и органических примесей отсутствует.

Комплексом физических и химических методов исследования получены данные о химическом, фазово-минеральном составе, физических и технологических свойствах зольных микросфер, указанных в табл. 2 [4].

Таблица 2

Химический состав зольных микросфер

Массовое содержание оксидов в зольных микросферах НГЭС, %									
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ + FeO	K ₂ O + Na ₂ O	CaO	MgO	TiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	п.п.п.
52- 68	25-34	5-10	0,5- 4,0	0,6- 1,0	0,6- 1,6	0,5- 1,5	<0,1	<0,1	<0,25

Изучение зольных микросфер сканирующим электронным микроскопом обнаружило на их поверхности неровности различной формы и размеров, имеют форму близкую к сферической и блестящую гладкую поверхность, на рисунке 1 установлена закрытая поровость оболочек у отдельных микросфер

[5]. Зольные микросферы Новочеркасской ГРЭС представляю собой мелкодисперсный материал серого цвета.

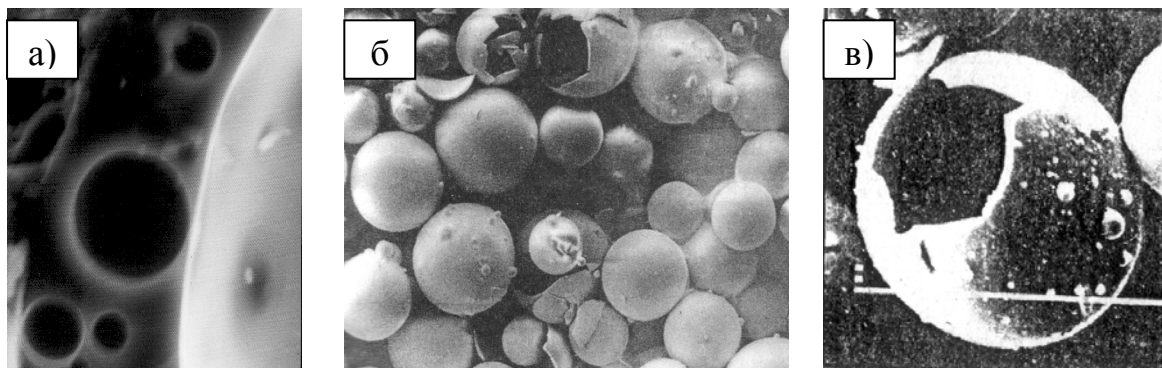


Рис.1 – Структура и форма ЗМ Новочеркасской ГРЭС.

а) структура оболочки; б) общий вид; в) структура поверхности.

Фазово-минеральный состав и количественные соотношения между фазами определены методами рентгенофазового анализа (рис.2), ДТА (рис.3) и оптической микроскопии [6].

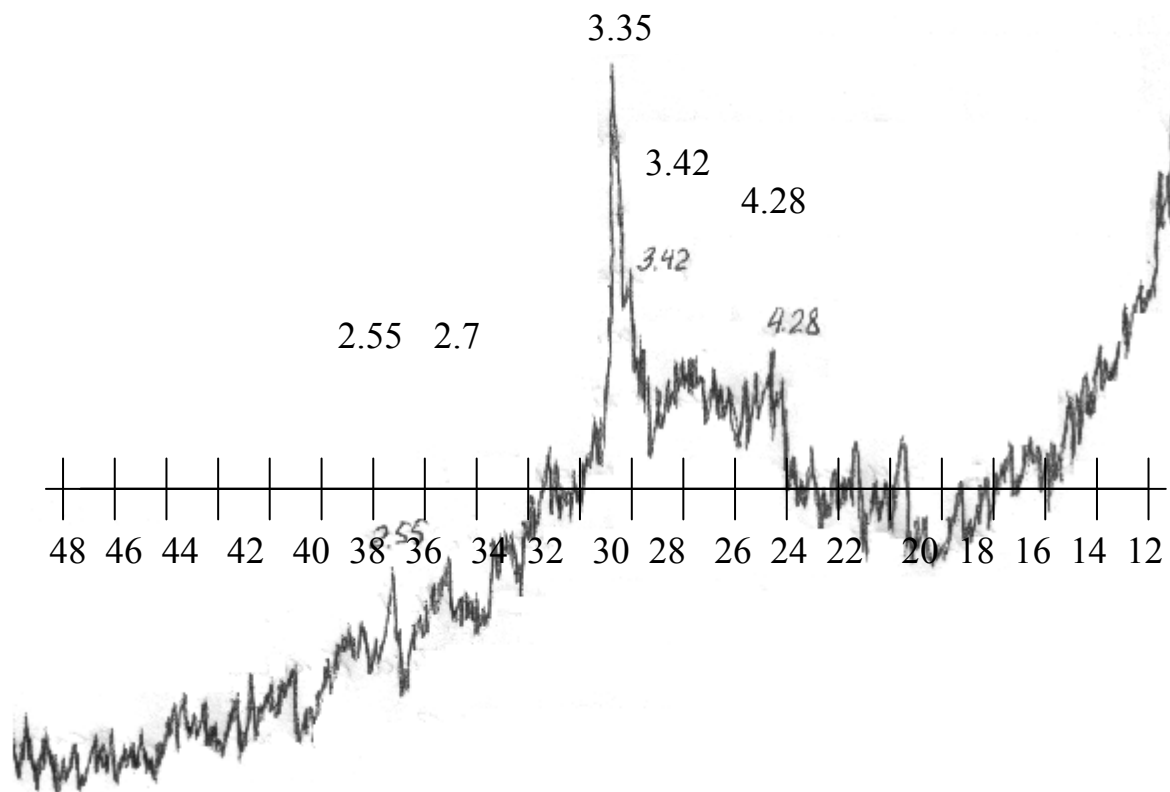


Рис. 2 – Дифрактограмма зольных микросфер Новочеркасской ГРЭС

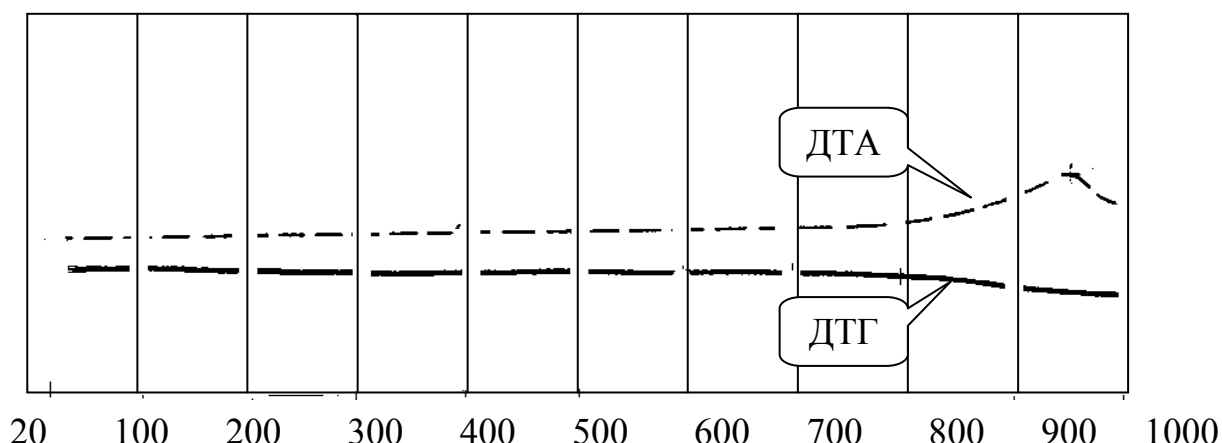


Рис. 3 – Дериватограмма зольных микросфер Новочеркасской ГРЭС

По своим свойствам зольные микросферы близки к полым микросферам, изготавливаемым специальными промышленными методами из расплавов природных или искусственных материалов и используемым в качестве наполнителей различных композиционных материалов [7]. Из-за сложной технологии и высокой себестоимости масштабы производства полых микросфер ограничены, а потребность различных отраслей промышленности в таком материале значительна.

Эффективность использования микросфер обусловлена уникальным сочетанием следующих свойств: низкой плотности и высокой прочностью, идеальной сферической формы, высокой адгезией к полимерным материалам, высокой герметичности по отношению к воде и низкой теплопроводности.

Положительное влияние демпфирующих пористых добавок, обладающих пониженной жесткостью, сказывается как на стадии структурообразования композиции, так и в процессе эксплуатации изделий [8]. На стадии подготовки формовочной смеси введение такой добавки с крупностью зерна до 1,25 мм способно обогатить зерновой состав наполнителей, гладкая поверхность таких частиц, как, например зольных

микросфер, способна снизить внутреннее трение при уплотнении формовочной смеси, а за счет эффекта самовакуумирования пористые частицы способны сохранить небольшой ресурс воды затворения и, затем, вернуть ее на дополнительную гидратацию вяжущего в более поздние сроки твердения. Значительно эффективнее становится их роль при эксплуатации бетонов. За счет снижения уровня усадочных напряжений, релаксации внутренних напряжений при нагружениях, т.е. силовом воздействии, и гашения микротрещинообразования мелкозернистые бетоны жесткого прессования с демпфирующими добавками могут существенно повышать свою стойкость к чередующимся силовым воздействиям [9].

Это положение получило свое экспериментальное подтверждение при выполнении многочисленных опытов, результаты которых показаны ниже. Влияние демпфирующей добавки на прочность мелкозернистых бетонов жесткого прессования с демпфирующими добавками показана на рис. 4.

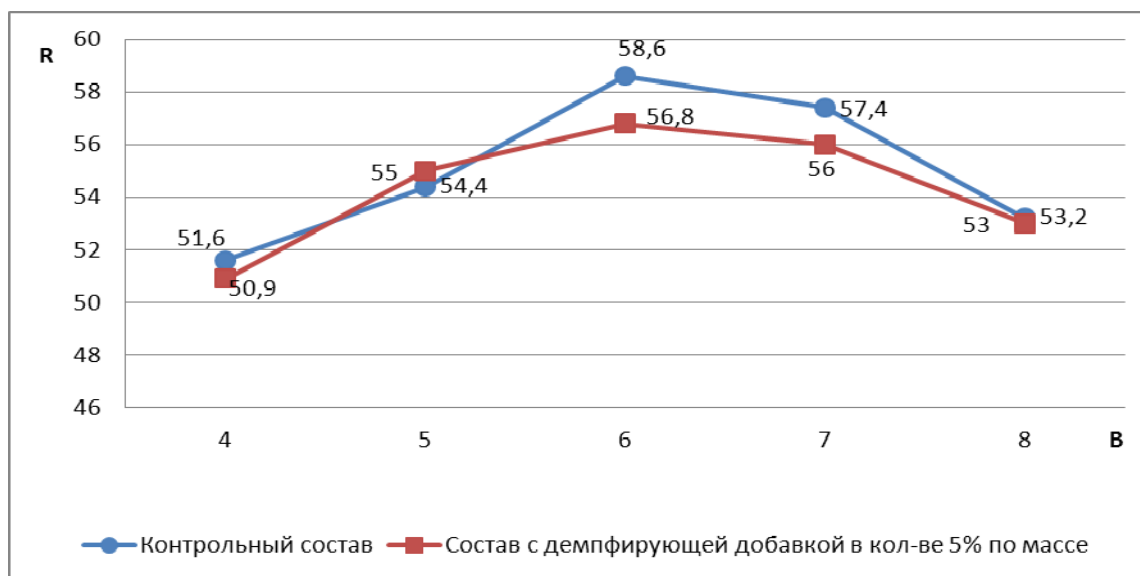


Рис.4 – Влияние демпфирующей добавки на прочность мелкозернистых бетонов жесткого прессования с демпфирующими добавками.

Следует отметить, что средняя плотность мелкозернистых бетонов жесткого прессования с добавкой 5% керамзитового песка или 5 % зольных

микросфер оказалась на (9,5 – 10,0) % ниже, по сравнению с контрольным составом без добавки. Однако, при введении пористых добавок снижалась, хотя и несущественно (на 3 – 10 %), статическая прочность бетонов, особенно с использованием малоожестких зольных микросфер [10].

Характер разрушения образцов при испытаниях подтверждает предположение о существенном влиянии зольных микросфер на микротрещинообразование бетона.

Литература

1. Лотошникова Е.О. Мелкозернистые жесткопрессованные бетоны с демпфирующими добавками : дис. ... канд. тех. наук: 05.23.05. Ростов-на-Дону, 2005. С. 221.

2. Невский В.А. Строительное материаловедение. Учебное пособие для студентов строительных специальностей под общей редакцией В.А. Невского. Ростов-на-Дону. М.: Феникс, 2010. С. 588.

3. Соломатов В.Н., Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Сиренко А.В. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкостью. Будивэльник, 1991. С. 144.

4. Nauss D.J. and Lott J.L. Fracture Toughness of Portland Cement Concretes/Journal of the American Concrete Institute. Vol. 66, No. 6, June, 1969, pp. 481-489.

5. Pistill, M.F. Variability of Condensed Silica Fume from a Canadian Source and Influence on the Properties of Portland Cement. Cem. Concr. and Aggr., 1984, V.6: №1, pp. 33–37.

6. Пономарев А.Б., Пикулева Э.А. Методология научных исследований. Учебное пособие. Пермь, 2014. С. 186.

7. Лотошникова Е.О., Усепян Л.М., Телегина В.Н., Усепян И.М. Методика назначения состава формовочной смеси для изготовления



мелкоштучных изделий из бетона жесткого прессования с демпфирующей добавкой. Инженерный вестник Дона, 2017, №4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2017/4612.

8. Лотошникова Е.О., Телегина В.Н., Усепян Л.М., Усепян И.М. Влияние рецептурно-технологических факторов на свойства мелкозернистых бетонов жесткого прессования. Инженерный вестник Дона, 2018, №1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2018/4738.

9. Холмянский М.М. Бетон и железобетон: Деформативность и прочность. М.: Стройиздат, 1997. С. 576.

10. Берг О.Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона. М.: Госстройиздат, 1961. С. 97.

References

1. Lotoshnikova E.O. Melkozernistye zhestkopressovannye betony s dempfirujushhimi dobavkami [Fine-grained escapes the loaf with damping additives]: dis. ... kand. teh. nauk: 05.23.05. Rostov-na-Donu, 2005. P. 221.

2. V. A. Nevski. Stroitel'noe materialovedenie [construction material scienc]. Uchebnoe posobie dlja studentov stroitel'nyh special'nostej pod obshej redakciej V.A. Nevskogo. Rostov-na-Donu. Feniks, 2010. P. 588.

3. Solomatov V.N., Virovoi V.N., Dorofeev V.S., Sirenko A.V. Kompozicionnye stroitel'nye materialy I konstrukcii ponigennoy materialoemkosti [Composite building materials and structures with reduced material consumption.]. Budivel`nik, 1991. P. 144.

4. Nauss D.J. and Lott J.L. Fracture Toughness of Portland Cement Concretes/Journal of the American Concrete Institute. Vol. 66, No. 6, June, 1969, pp. 481-489.



5. Pistill, M.F. Variability of Condensed Silica Fume from a Canadian Source and Influence on the Properties of Portland Cement. Cem. Concr. and Aggr., 1984, V.6: №1, pp. 33– 37.

6. Ponomarev A.B., Pikuleva E.A. Metodologiya nauchnykh issledovaniy. Uchebnoe posobie [The methodology of scientific research. Textbook]. Perm', 2014. P. 186.

7. Lotoshnikova E.O., Usepyan L.M., Telegina V.N., Usepyan I.M. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2017/4612.

8. Lotoshnikova E.O., Telegina V.N., Usepyan L.M., Usepyan I.M. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2018/4738.

9. Kholmyanskiy M.M. Beton i zhelezobeton: Deformativnost' i prochnost'[Concrete and Reinforced Concrete: Deformability and strength]. Moscow: Stroyizdat, 1997. P. 576.

10. Berg O.Ja. Fizicheskie osnovy teorii prochnosti betona i zhelezobetona. [Physical basis of concrete and ferroconcrete strength theory]. M.: Gosstrojizdat, 1961. P. 97.