

УДК 614.841.33

Гуров И.Н.

ЛЕГКИЕ И ОСОБОЛЕГКИЕ БЕТОНЫ НА ОСНОВЕ МИКРОСФЕРЫ

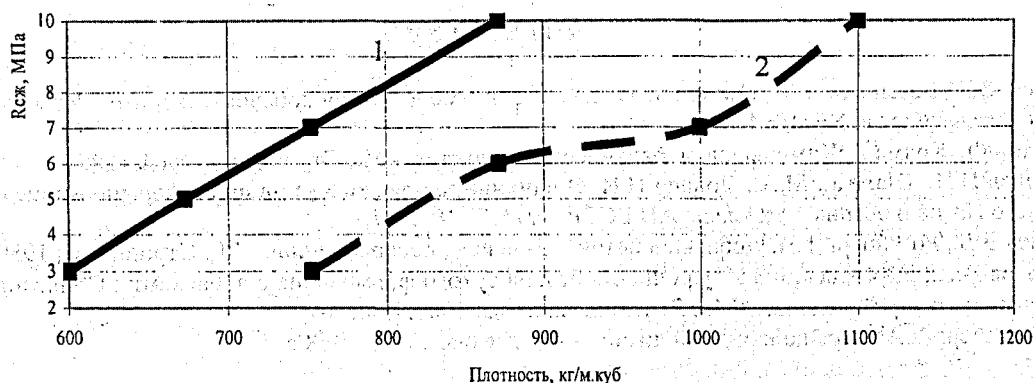
Целью настоящей работы являлось создание эффективных легких бетонов на основе аппретированной полый стеклянной микросферы (АПСМС) и изучение их основных физико-механических и теплофизических свойств.

В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие частные задачи:

1. Изучить основные физико-механические и физико-химические свойства АПСМС и других компонентов бетона.
2. Разработать составы теплоизоляционно-конструкционного бетона марки М50÷М75 (В3.5÷В5) и конструктивных марки М100÷М150 (В7.5÷В12.5) с минимальными средней плотностью и расходом цемента. Исследовать влияние характеристик состава на основные свойства бетонной смеси.
3. Исследовать основные прочностные и деформативные свойства бетона на основе АПСМС.
4. Исследовать теплопроводность, сорбцию, паропроницаемость, морозостойкость, а также защитные свойства бетонов по отношению к стальной арматуре.
5. Исследовать макро- и микро структуры бетонов с АПСМС и провести рентгенофазовый анализ.

Результаты проведенных комплексных исследований позволили сделать следующие выводы:

1. Полые стеклянные микросферы имеют высокую адсорбционную активность и за счет этого достаточно высокую водопотребность цементно-песчаной системы с АПСМС. Такая система имеет плотный контактный слой на микросфере и рыхлую структуру между комплексами АПСМС - контактный слой. Это происходит из-за притяжения поверхностными силами микросфер ионов и продуктов гидратации цемента, что приводит к разрыхлению межкомплексной зоны.
2. АПСМС уменьшает водопотребность системы, модифицируют (уплотняют) структуру и равномерно гидрофобизуют цементно-песчаную матрицу. При этом образуется гель кремнекислоты на поверхности аппретированной микросферы. Водопотребность также снижается и за счет экранирования аппретом поверхностных сил полых стеклянных микросфер. Введение АПСМС улучшает свойства цементно-песчаной системы по сравнению с системами с обычными микросферами.
3. Применение в качестве добавки СЗ также улучшает структуру цементно-песчаного композита с АПСМС по сравнению с бездобавочным; уплотняя ее. Однако уплотнение структуры из-за микродефектов, возникающих при пропаривании, не дает резкого прироста прочностных характеристик.
4. Комплексное изучение свойств и результатов рентгеноструктурного анализа цементно-песчаного композиционного материала с АПСМС дали возможность высказать гипотезу о характере структурообразования и получить физическую структуру данного композита. Она включает в себя исходные материалы, их перемешивание, уплотнение полученной смеси, условия твердения композита, составляющие структуры и влияние микросфер на ее формирование.
5. Установлена принципиальная возможность получения легкого бетона на АПСМС классов В2.5÷В12.5 (М35-М150) при расходе цемента 300 кг/м^3 . Средняя плотность такого бетона составляет $600..1000 \text{ кг/м}^3$, что на 20..25 % ниже, чем у легких бетонов на традиционных заполнителях.



1 – бетон на АПСМС; 2 – керамзитобетон.

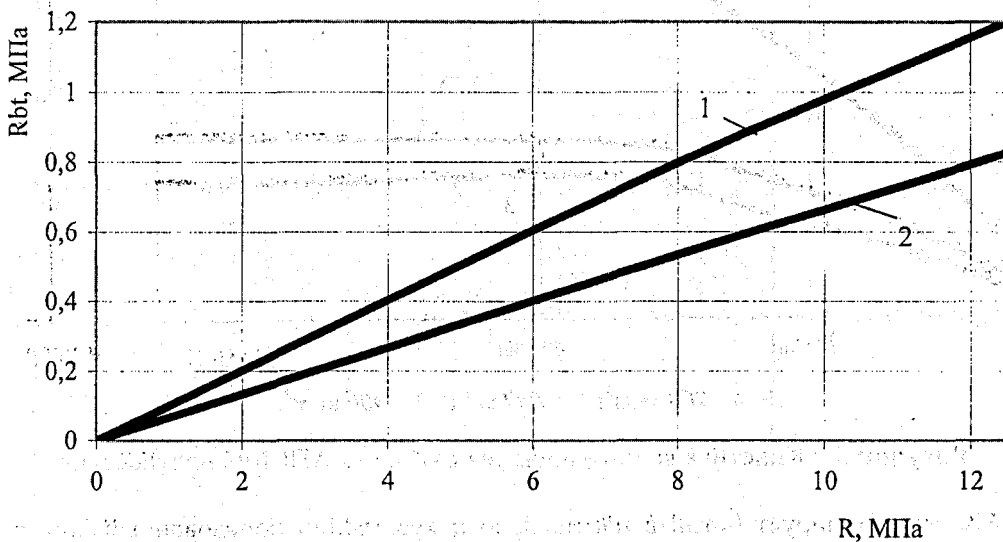
Рисунок 1 – Зависимость прочности от плотности легкого бетона

- Тонкодисперсная АПСМС с высокой удельной поверхностью обладает мощной гидравлической активностью. Это свойство мелкодисперсной микросферы обеспечивает образование микрокристаллической структуры (с центрами кристаллизации). При определенном содержании АПСМС взамен цемента, прочность бетона возрастает до 3,5%.
- Плотные и умеренно поризованные легкие бетоны на АПСМС марок М50-М150 (В3.5-В12.5) обладают высоким К.К.К. (отношение прочности к плотности), который на 20..30 % выше, чем у легких бетонов на традиционных обжиговых заполнителях, например, керамзитобетона. Деформативные характеристики легкого бетона на АПСМС, а также их прочность на сжатие, призмная прочность, модуль упругости и др. удовлетворяют нормативным требованиям.

Прочность легкого бетона на АПСМС при сжатии по сравнению с бетонами на традиционных обжиговых заполнителях при одинаковой средней плотности на 20..25 % выше, а прочность на растяжение на 8..12 % ниже, чем у керамзитобетона. Усадка и ползучесть у бетона на АПСМС ниже, чем у аналоговых легких бетонов марок М35-М150 (В2.5-В12.5) и составляет соответственно 0,3÷1,1 мм/м.

Таблица 1 – Основные физико-механические и деформативные свойства бетонов на АПСМС

Марка бетона	Марка по средней плотности	R ₂₈ , МПа	R ₁₈₀ , МПа	W, %	E _b ·10 ³ , МПа		Коэффициент Пуассона
					Опытное	Нормативное	
35	600	3,7	4,8	19	3,12	-	0,14
50	700	5,8	7,5	17	4,52	-	0,14
75	800	8,0	10,3	16	5,65	4,5	0,14
100	900	10,3	12,4	13	7,15	6,3	0,15
150	1000	14,9	17,9	13	8,50	8,0	0,15



1 – керамзитобетон; 2 – бетон на АПСМС.

Рисунок 2 – Прочность легкого бетона на АПСМС при осевом растяжении

- Сорбционная влажность легких бетонов на АПСМС не превышает требований БНБ 2.01.01-93, предъявляемых к керамзитобетону, и составляет для зоны А и Б соответственно 2,6 и 7,0 %, что в 2 и 1,6 раза меньше значений БНБ, приведенных для керамзитобетона. Паропроницаемость бетонов на АПСМС на 50..60 % ниже, чем для керамзитобетона.
- Теплопроводность бетонов на АПСМС классов В2.5-В12.5 (М35-М150) составляет соответственно 0,14..0,24 Вт/м⁰С, что на 20..25 % ниже, чем у керамзитобетона.
- Морозостойкость бетонов на АПСМС удовлетворяет требованиям ГОСТ10060. Образцы после испытаний при пониженной температуре -164 °С выдержали 15 циклов попеременного замораживания и оттаивания без потери массы. По мнению некоторых исследователей [1-12] морозостойкость бетона тесно связана с его поровой структурой.

Таблица 2. – Паропроницаемость бетонов на АПСМС

№	Высота образца, $\times 10^{-2}$ м.	Паропроницаемость, μ , мг/м.ч.Па	ρ , кг/м ³	Среднее экспериментальное для бетона на АПСМС
I	1	0,037±0,003	582	0,044
	2	0,051±0,002		
	3	0,044±0,003		
II	1	0,033±0,001	726	0,034
	2	0,032±0,001		
	3	0,037±0,002		
III	1	0,01±0,006	846	0,012
	2	0,015±0,008		
	3	0,011±0,007		

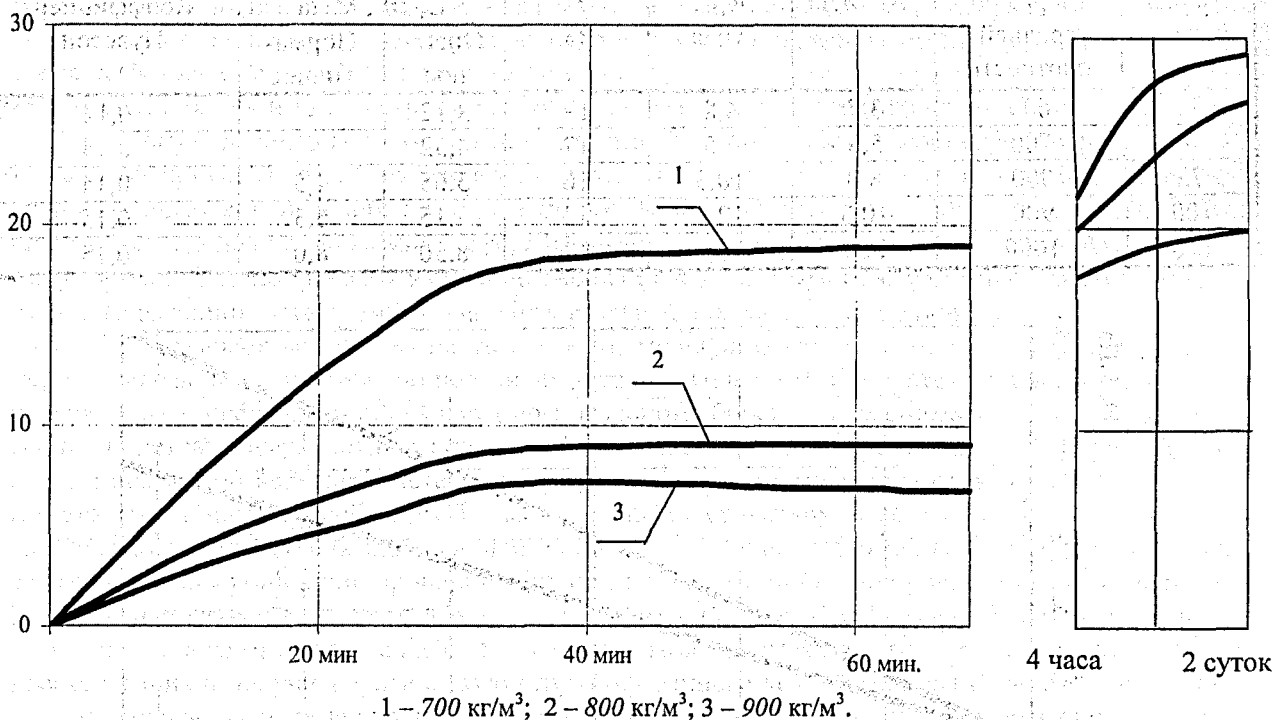


Рисунок 3 – Кинетика водопоглощения бетона на АПСМС плотностью:

АПСМС модифицирует бетон в плотный, но искусственно поризованный конгломерат, что предполагает высокую его стойкость к морозной деструкции.

Таблица 3 – Коэффициент теплопроводности легкого бетона на АПСМС

Марка по плотности	Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии, Вт/м.°С	Расчетное массовое отношение влаги в материале, %		Коэффициент теплопроводности, Вт/м.°С	
		Зона А	Зона Б	Зона А	Зона Б
600	0,14	5	10	0,155	0,17
700	0,16	5	10	0,185	0,21
800	0,19	5	10	0,220	0,25
900	0,22	5	10	0,260	0,30
1000	0,24	5	10	0,300	0,36

11. Бетоны на АПСМС (без тонкодисперсных фракций) обеспечивают сохранность арматуры в конструкциях. При введении мелкофракционных АПСМС более определенного значения арматура находится в активном состоянии. В таких случаях необходимо предусматривать защитные меры.

Таблица 4 – Результаты исследования морозостойкости бетона на АПСМС.

Класс Бетона	Количество циклов замораживания и оттаивания									
	25		35		50		75		75	
Предел прочности при сжатии насыщенных водой образцов перед началом замораживания, МПа	Предел прочности при сжатии, МПа. после замораживания, R_m	Коэффициент морозостойкости, $K_{мрз} = R_m/R_{к}$	Предел прочности при сжатии, МПа. после замораживания, R_m	Коэффициент морозостойкости, $K_{мрз} = R_m/R_{к}$	Предел прочности при сжатии, МПа. после замораживания, R_m	Коэффициент морозостойкости, $K_{мрз} = R_m/R_{к}$	Предел прочности при сжатии, МПа. после замораживания, R_m	Коэффициент морозостойкости, $K_{мрз} = R_m/R_{к}$	Предел прочности при сжатии, МПа. после замораживания, R_m	Коэффициент морозостойкости, $K_{мрз} = R_m/R_{к}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10
	54,6	46,5		46,9		52,9		53,7		
	51,9	49,9		57,4		53,9		51,9		
	51,3	54,9		55,0		64,0		52,7		
Ср.	52,6	51,6	0,98	53,1	1,01	56,9	1,08	52,8	1,00	1,00
	79,3	75,3		79,1		74,2		66,2		
	69,8	75,5		76,3		71,2		86,1		
	74,2	72,9		69,8		78,4		72,6		
Ср.	74,4	74,9	1,01	75,1	1,01	74,5	1,00	74,9	1,01	1,01
	95,8	87,4		96,7		93,4		97,8		
	92,4	95,3		89,2		95,9		93,2		
	92,0	96,2		93,4		94,0		89,5		
Ср.	93,3	93,6	1,00	93,1	1,00	94,4	1,01	93,5	1,01	1,0

12. Рентгено-фазовый анализ показал, что стеклофаза АПСМС составляет высокий процент. Тепло-влажностная обработка АПСМС не вносит существенных изменений в характер распределения фаз АПСМС.
13. В образце из АПСМС, песка, цемента можно выделить новообразования CaCO_3 и гидросиликаты CSH , C_2SH , C_3SH_4 , тепловлажностная обработка обеспечивает более полную гидратацию минералов цементного клинкера. Процесс гидратации вызывает активизацию составляющих АПСМС.
14. Микроскопические исследования показали, что контактная зона между заполнителем и цементно-песчаной матрицей, несмотря на гладкую остеклованную поверхность АПСМС в плотных бетонах, бездефектная.

ЛИТЕРАТУРА

1. С.М.Ицкович и др. Технология заполнителей бетона. - М.: Высшая школа, 1991.-с.272
2. И.Н. Ахвердов. Основы физики бетона. - М.: Стройиздат, 1981.- с.373.
3. Горчаков Г.И. Исследование морозостойкости бетона в связи с расчетными характеристиками его пористости и прочности.//Авт.дисс.-М.,1983.-30с.
4. Горчаков Г.М.,Лифанов И.Н., Муратов Э.Г., Повышение трещиностойкости и водостойкости легких бетонов.-М.:Стройиздат.-1981.-158с.
5. Долговечность плотных легких бетонов на пористых заполнителях.-М.:НИИЖБ,1988.-36с.
6. Иванов И.А. Технология легких бетонов на искусственных пористых заполнителях.-М.:Стройиздат.1974.-287 с.
7. Кунцевич О.В. Бетоны высокой морозостойкости для сооружений Крайнего Севера.- Л.: Стройиздат. Ленинградское отделение.- 1983.-131с.
8. Легкие бетоны. Проектирование и технология.Перевод с английского книги:"Lightwright concrete aggregate", под ред.к.т.н. В.Н.Ярмаковского.-М.:Стройиздат.1981.-239с.
9. Brooks G.G.,Wainwright P., Neville A.M. Super plasticizer effect on time- dependant properties of air entrained concrete.-Concrete, 2979.v.13,№6.
10. Coffey H.,Reynolds J.J., Clark R.C., A Ten-Pound Cement Slurry for Oil Wells.,Jr.,in Trans-Actions, Aime,Vol.201(1954),pp.146-148.
11. Juzuka M., Kazoma C., Hattori K. Properties of flowing concrete prepared by redosing of a superplasticizer. Rev.33-th Cen.Meet.Cem Assoc.Jap.Techn.Sess.,Tokyo,2003,p.239-241.
12. Nagataki Sh., Jon Rure A. Stadies of the volume changes of high stengh concrete with superplasticizer.-J.of PCEA,v.20,2000,p.26-33

УДК 666.97

Иванов А.Д.

ИСО 9000 И СЕРТИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Борьба с выпуском недоброкачественных изделий ведется постоянно и непрерывно как на местном уровне, так и в масштабах всего государства. Велась она и в бывшем СССР. Вспомним некоторые постановления правительства СССР по данному вопросу:

- в 1952 году об усилении борьбы против выпуска недоброкачественной и некомплектной продукции и о мерах дальнейшего улучшения качества продукции;
- в 1962 году о порядке создания отделов технического контроля (ОТК), их правовом положении;
- в 1965 году о службах стандартизации, об испытаниях промышленных образцов продукции, об аттестации продукции, о планировании и технико-экономической оценке качества;
- в 1967 году о порядке аттестации продукции;
- в 1970 о повышении роли стандартов в в управлении качеством;
- в 1971 году об отнесении промышленной продукции к категории новой, о порядке планирования и стимулирования выпуска новой продукции;
- в 1973 году о планировании и оценке качества.

Этот перечень можно продолжить и дальше, однако приведенного достаточно, чтобы увидеть, как интенсивно велась бумажная борьба за повышение качества продукции.

Что касается фактического улучшения качества продукции, то заметных успехов нет, в том числе и при производстве бетонных и железобетонных изделий.