

## ВЛИЯНИЕ РСУ НА СВОЙСТВА КЕРАМЗИТОБЕТОНА

Уласевич В.П., Тимошевич В.В.

БПИ, г. Брест

В жилищном строительстве широко применяются конструкции из легкого бетона на керамзите фракции 5, ..., 20 марки по средней плотности D1100 класса B5 и D1500, D1700 класса B15. Анализ их эксплуатации выявил ряд недостатков: повышенное водопоглощение и паропроницаемость, недостаточная морозостойкость и защита арматуры от коррозии, существенное снижение теплопроводности при увеличении влажности атмосферного воздуха. Это существенно сказывается на долговечности конструкций [1].

Легкий бетон может рассматриваться как композиционный материал, важнейшими компонентами которого являются: *контактная зона, матрица, пористый заполнитель*.

Важнейшая функция контактной зоны - упрочнить цементную систему. Контактная зона должна быть как можно более тонкой и без дефектов, обладать высокой прочностью на растяжение. Происходит энергичное адсорбционно-химическое взаимодействие между цементирующим веществом и поверхностью пористого заполнителя, обеспечивающее высокую степень гидратации цемента. При этом возрастает число контактов между соприкасающимися поверхностями, увеличиваются площади их срастания, что ведет к увеличению прочности бетона. Поэтому, структура легкого бетона должна формироваться с учетом образования прочных, минимальных по толщине контактных зон максимальной протяженности.

Контактная зона выполняет и другую функцию - обеспечивает повышенную стойкость легкого бетона к водопоглощению. Несмотря на то, что объем микропор керамзитобетона в 10 раз больше, а их радиус в 3...5 раз меньше, чем в гранитном щебне, гидрофизические свойства легкого бетона могут быть не ниже тяжелого. Это объясняется тем, что в контактном слое в определенных условиях могут отсутствовать капиллярные поры.

Пористый заполнитель в бетоне формирует оболочку из цементирующего вещества. Если в определенных условиях в нем отсутствуют капиллярные поры, легкий бетон обладает повышенной водонепроницаемостью. В этом случае, с позиций теории масопереноса, обмен влагой осуществляется через водяной пар, находящийся в воздушной среде.

Как показывают исследования, условия, обеспечивающие улучшение базовых свойств керамзитобетона, хорошо согласуются с теорией применения в бетон комплексных модификаторов [2, 3].

Исследования, приведенные ниже, призваны подтвердить предположение, что модификатором, повышающим долговечность керамзитобетона может быть добавка РСУ (регенерационный сток утилизированный) [4].

Характеристика керамзита	Значения
1. Полные остатки на контрольных ситах, % по объему:	
5 мм	93.82
10 мм	9.6
20 мм	нет
2. Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	592
3. Прочность гравия при сдавливании в цилиндре, МПа	2.7

**Характеристики материалов для исследований.** На заводах ЖБИ Республики Беларусь наибольшее применение находит легкий бетон средней плотностью марки D1600. D1700 класса B15 на керамзитовом заполнителе фракций 5,...,10. Этот бетон и был принят для исследований с использованием следующих исходных материалов:

- песок природный, удовлетворяет требованиям ГОСТ 8736-85;
- керамзитовый гравий фракции 5,...,20 Петриковского завода с характеристиками приведенными в табл. 1;

Таблица 2

Наименование параметров	Значения РСУ
Значения $RH$	10.823
Поверхностное натяжение $\sigma$ , н/м	$5.89 \cdot 10^{-7}$
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1.110
ОКВ (потери при прокаливании), г/л	30.784
Минеральная часть, г/л	162.216
Содержание РСУ, кг/л	0.193
Концентрация раствора РСУ, %	17.40

Таблица 3

Параметры цемента Ср 45	Испытания завода CHELM	Польская норма	Испытания по ГОСТ 310-85	Нормы ГОСТ 10178-85
Начало схватывания, мин.	120	>60	160	>45
Конец схватывания, мин.	175	<600	220	<600
Вода для размешивания (нормальная густота), %	26,5		28,00	
Проба Ле-Шателье, мм	0,0	<8	---	
Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /кг	361	>220	392	>280
Прочность на сжатие, МПа:				
- после 2 дней	26,6			
- после 3 дней	32,6	>20	42,8	---
- после 7 дней	40,6			
- после 28 дней	47,1	>45 <65	52,9	>49
SiO <sub>2</sub> (%)	19,98		19,40	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	2,13		1,88	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	5,43		5,70	
CaO (%)	64,93		65,00	
MgO (%)	0,54	<5	5,33	<5
SO <sub>3</sub> (%)	2,90	<3,5	2,38	>1,0 <3,5
Na <sub>2</sub> O (%)	0,20			
K <sub>2</sub> O (%)	0,65			
Na <sub>2</sub> O <sub>экв</sub> (%)	0,63			
Нерастворимые части (%)	0,76		0,87	
Потери обжига (%)	2,16		3,42	
Состав Цемента (%):				
- клинкер	95			
- гипс	5	<5		
- минеральные добавки				
Минералы (%):				
- C <sub>3</sub> S	58,51		63,23	
- C <sub>2</sub> S	13,16		7,94	
- C <sub>3</sub> A	10,78		11,92	
- C <sub>4</sub> AF	6,48		17,34	
<b>Заключение:</b>				
Цемент соответствует марке <b>ПЦ 500-Д0</b> ГОСТ 10178-85				

- добавка *PCU* получена в лабораторных условиях на базе РС Слуцкого сахарорафинадного завода с параметрами, приведенными в табл. 2.

- портландцемент завода СHELМ (Польша) *Ср 45*, соответствующий по ГОСТ 10178-85 марке *ПЦ 500-Д0* (см. табл. 3.);

**Оптимальное количество *PCU* в керамзитобетон.** Оптимальное количество добавки *PCU* определялось по испытаниям образцов-кубов из керамзитобетона класса В15 размером 10x10x10 см в количестве 6 шт для каждого состава. Один из кубов был без добавки а в остальных пяти содержание *PCU* изменялось от 0.3% до 0.7% от массы цемента.

Кубы после формования подвергались тепловой обработке в пропарочной камере по режиму 4+3+6+2 (выдержка, подъем температуры до 80° С, изотермический прогрев, остывание).

После тепловой обработки 3 куба каждого состава испытывались на сжатие, а остальные три хранились в течение 28 суток в нормально-влажностных условиях и затем также испытывались.

Как показали результаты исследований, оптимальное количество *PCU* в керамзитобетон класса В15 составляет 0.45.. 0.55 от массы цемента. При этом достигается максимальный прирост прочности составил 29%, а в 28-суточном возрасте после пропарки - 26%.

Результаты испытаний приведены в табл. 4.

Таблица 4

Состав керамзитобетона, кг			W/C	PCU-1, % от Ц	Подвижн./ жесткость.	Прочн. при сжатии, мПа	
Цемент	Песок	Керамзит				после ТВО	ч-з 28 суток
300	800	425	0.78	0	6 с	9.8	13.7
			0.73	0.3	6 с	11.2	14.8
			0.70	0.4	6 с	11.9	15.9
			0.68	0.5	6 с	12.7	17.2
			0.67	0.6	6 с	12.3	16.6
			0.66	0.7	6 с	11.6	14.5

При исследовании технологических свойств керамзитобетонной смеси с модификатором *PCU* определялись подвижность(жесткость), плотность, водоотделение, расслаиваемость. Водопотребность устанавливалась по требуемому расходу воды в модифицированную бетонную смесь, обеспечивающую жесткость, аналогичную контрольной - 6 с. Оптимальное количество добавки *PCU* позволяет снизить *W/C* до 15%.

Водоотделение не наблюдалось как в контрольной смеси, так и в смесях, модифицированных *PCU*. Расслаиваемость керамзитобетонной смеси уменьшается в сравнении со смесью без добавки.

Выполненные исследования указывают на перспективность проведения широкомаштабных исследований с целью получения легкобетонных смесей, модифицированных добавкой РСУ, и разработки рекомендаций по их применению в конструкционных (в том числе и конструкционно-теплоизоляционных) легких бетонах.

### Литература

1. Горчаков Г.И., Степанова В.Ф. Долговечность легких бетонов и конструкций, изготавливаемых с использованием отходов промышленности. - Бетон и железобетон, 1985, № 7. с. 13-14.
2. Ортлихер Л.П. Технологические приемы повышения качества легкого бетона. - Бетон и железобетон, 1996, № 1. с. 19-21.
3. Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. -М.: Стройиздат, 1989. -188 с.
4. Уласевич З.Н., Уласевич В.П. Теоретическое обоснование эффективности применения модификатора бетона РСУ //Материалы научно-технической конференции, посвященной 30-летию ин-та. Ч. II. -Брест: БрПИ, 1996. с.149-150.