

УДК 625.8

Скрыпник Т.В., к.т.н., Шеина Н.В.

АДИ ДонНТУ, г. Горловка

ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕТОНА С ЗАПОЛНИТЕЛЕМ ИЗ ВСПЕНЕННОГО ПОЛИСТИРОЛА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАЛЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ И САЙДИНГОВ

В работе представлены результаты экспериментальных исследований теплофизических свойств бетона с заполнителем из вспененного полистирола повторного использования для изготовления малых архитектурных форм и сайдингов. Получены зависимости физико-механических свойств бетонов на различных заполнителях от температуры.

Введение

Легкие бетоны находят широкое применение в дорожном строительстве в виде материала для элементов малых архитектурных форм, деталей ограждений и сайдингов. Однако несмотря на ряд преимуществ легких бетонов, их дальнейшее применение сдерживается из-за недостаточного количества приемлемых заполнителей.

По виду заполнителей различают керамзитобетон, шлакобетон, перлитобетон, пенобетон и т.д., то есть заполнителями служат искусственно вспененные материалы из неорганического сырья, на приготовление которых необходимы дополнительные средства.

Дальнейшее совершенствование состава и технологии приготовления легких бетонов позволит прогнозировать их свойства в сочетании с минимизацией затрат на производство.

Анализ последних исследований

Легкие бетоны применяются для конструкций, которые должны иметь малую теплопроводность и малую среднюю плотность. Чем больше объем пор в бетоне, тем меньше его средняя плотность и выше теплоизоляционные свойства [1, 2, 3].

Существующие типы легких бетонов - пенобетон и газобетон отличаются видом вяжущего и режимом твердения. При производстве пенобетона благодаря наличию пены образуются замкнутые воздушные ячейки с тонкими стенками. Средняя плотность пенобетона находится в диапазоне 300-1200 кг/м³. Особенно ценным свойством его является малая теплопроводность.

В новом материале желательно было бы сохранить замкнутые воздушные ячейки с тонкими стенками, но не по всему объему, а по большей части (80%), где они должны чередоваться с цементным раствором.

Газобетон автоклавного твердения готовится на цементном или известковом вяжущем в смеси с молотым кварцевым песком. В качестве газообразователя используют тонкоизмельченный алюминиевый порошок (пудру) в смеси с известью-пушонкой. Выделяющийся при химической реакции водород вспучивает цементное тесто, которое затем затвердевает, сохраняя пористую структуру.

С точки зрения удешевления себестоимости продукции применение дополнительных компонентов вяжущего и изменение условий твердения (автоклавная обработка) нежелательны.

С другой стороны проблемы наблюдается ускоренное и расширенное производство изделий из вспененного полистирола (одноразовой посуды, скорлуп для трубопроводов, уплотнителей для бытовой техники), имеющих ограниченный срок службы, что приводит к

поиску путей их утилизации. Одним из которых является применение их в качестве заполнителя в легких бетонах.

Цель работы

Целью работы является разработка оптимального состава легкого бетона с заполнителем из вспененного полистирола. Исходя из требований, предъявляемых к легким бетонам, он должен обладать рядом свойств:

- малой истинной плотностью и низкой теплопроводностью, которые будут достигнуты за счет обычных технологических приемов (без автоклавной обработки);
- достаточной механической прочностью (на сжатие, растяжение и изгиб);
- достаточной долговечностью (стойкостью к климатическим воздействиям и к воздействию химически агрессивных сред, огнестойкостью).

Методика исследований

Подбор состава легкого бетона с заполнителем из вспененного полистирола производится согласно ГОСТ 27006-86, которым установлены правила подбора, назначение и выдача в производство состава бетона [4].

Суть подбора состава бетона заключается в определении номинального состава, расчета и корректировки рабочего состава.

Состав бетона подбирался исходя из среднего показателя прочности, плотности с учетом фактической однородности бетона и планируемых мероприятий по ее повышению. Подобранный состав бетона проверялся на морозостойкость, т.к. изделия из него будут эксплуатироваться в условиях изменяющихся сезонных температур. Исследуемые составы бетона приведены в таблице 1.

Таблица 1

Исследуемые составы бетона с различным видом пенополистирольного заполнителя

| Серия образцов | Вода, л | Цемент, кг | Вид заполнителя/масса, кг | Добавки | $R_{сж}$, МПа |
|-------------------------------|---------|------------|--|------------|----------------|
| Невспененный первичный | | | | | |
| I | 0,284 | 0,795 | Крупный гранулят/0,450 | - | 14,02 |
| II | 0,315 | 0,628 | Мелкий гранулят/0,503 | - | 16,30 |
| III | 0,330 | 0,930 | Рядовой гранулят/0,500 | - | 14,25 |
| Вспененный вторичный | | | | | |
| IV | 0,360 | 0,715 | Вторичный (гранулы)/0,015 | ПЭ волокна | 1,90 |
| V | 0,300 | 0,700 | Вторичный (объединенные гранулы)/0,015 | ПЭ волокна | 1,84 |
| VI | 0,330 | 0,700 | Вторичный(ломаный листовой)/0,004 | ПЭ волокна | 1,72 |

Из рассмотренных бетонов, получаемых с применением вспененного вторичного полистирола, максимальной прочностью на сжатие характеризуется IV состав с 0,015 кг вторичного вспененного полистирола.

Перемешивание исходных материалов начинали с перемешивания сухих материалов, а затем постепенно добавляли расчетное количество воды.

Режим твердения полученных образцов соответствовал режиму твердения бетона в конструкциях, для которых производился подбор состава бетона (во влажной среде, при $t = 20$ °C). Образцы распалубливали не раньше, чем через семь суток после их изготовления [ГОСТ 10180-90] [5].

По результатам испытаний серий образцов исследуемых составов получены диаграммы (рис. 1, 2) зависимости прочности бетона на сжатие от количества основного заполнителя (вспененного полистирола и полистирола в гранулах).

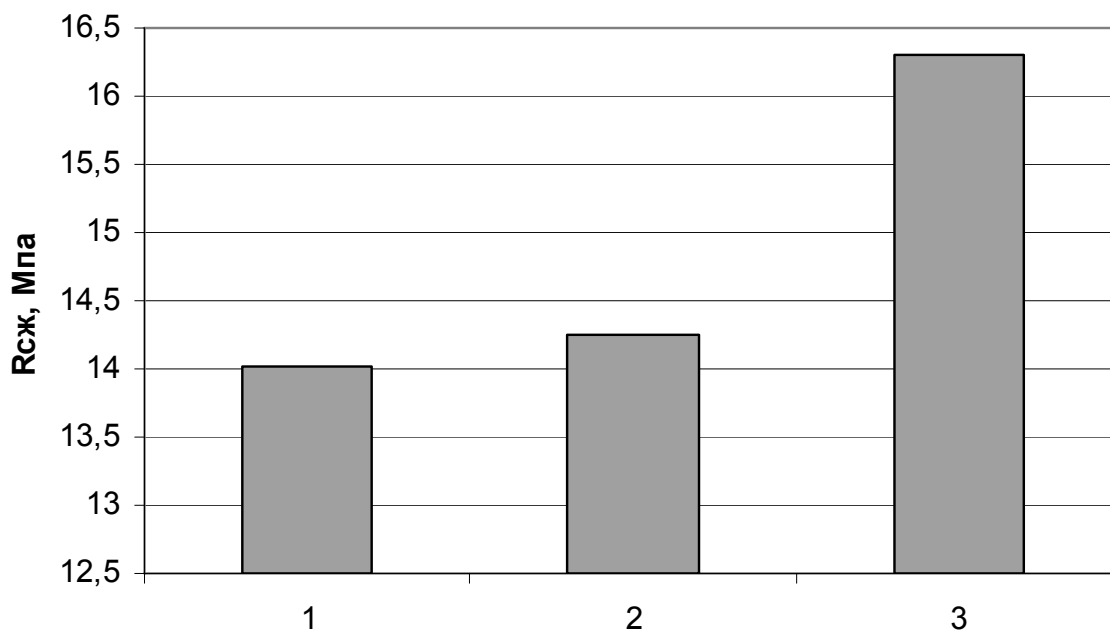


Рис.1. Прочность бетона на сжатие с заполнителем из полистирола в гранулах:
 1 – крупный гранулят;
 2 – мелкий гранулят;
 3 – рядовой гранулят

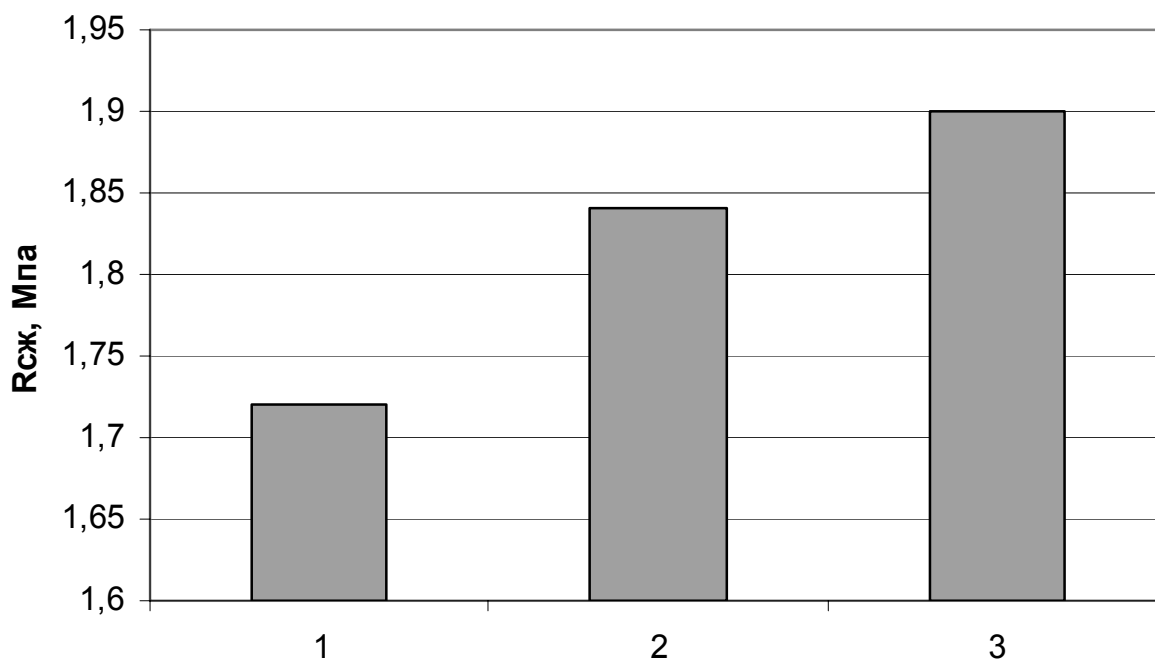


Рис.2. Прочность бетона на сжатие с заполнителем из вспененного полистирола:
 1 – ломаный листовый;
 2 – объединенные гранулы;
 3 – гранулы

Максимальная прочность легкого бетона получена в составе на невспененном первичном, мелком грануляте, но этот состав не экономичен. В тоже время прочность легкого бе-

тона, полученная на вспененном полистироле вторичного использования, достаточна для изготовления малых архитектурных форм, а его себестоимость меньше, чем у легкого бетона на невспененном первичном мелком грануляте.

Одним из факторов, определяющих долговечность изделий из легкого бетона в процессе эксплуатации, является попеременное замораживание и оттаивание.

При этом основной причиной, приводящей к разрушению бетона при попеременном замораживании-оттаивании, являются напряжения, возникающие при замерзании и расширении воды в порах бетона.

Для определения морозостойкости при испытаниях бетона на пористых заполнителях (в нашем случае заполнителем является вспененный полистирол) в качестве основного метода применяем метод по ГОСТ 10060.0-95 [6]. Критерием морозостойкости является число циклов попеременного замораживания и оттаивания, которое выдерживают кубы (с ребром 10 см) без снижения предела прочности на сжатие более чем на 15%.

Для определения морозостойкости бетона на вспененном вторичном полистироле изготавливалось три основных образца для замораживания и три контрольных образца.

Кубы изготавливали, хранили и испытывали в соответствии с ГОСТ 10180-90 (табл.2). Испытания образцов на морозостойкость начинали через 7 суток после выдерживания в лабораторных условиях ($P = 730 \text{ мм рт.ст.}$, $t = 18 \text{ }^\circ\text{C}$).

Таблица 2

Нормативное число циклов попеременного замораживания и оттаивания образцов бетона

| Показатель | Проектная марка бетона по морозостойкости Мрз | | | | | | | |
|------------|---|-------|--------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 |
| n | 50 | 50,75 | 75,100 | 100 150 | 150 200 | 200 300 | 300 400 | 400 500 |
| n_1 | 25 | 25,50 | 50,75 | 75,125 | 125 175 | 175 250 | 250 350 | 350 450 |

n — число циклов, после которых образцы должны испытываться на сжатие;

n_1 — число циклов, после которых должен проводиться контрольный осмотр.

Проведено 50 циклов попеременного замораживания и оттаивания в морозильной установке «Донбасс» лаборатории кафедры «Строительство и эксплуатация автомобильных дорог» АДИ ДонНТУ. При этом соблюдались следующие условия:

- 1) замораживали образцы при $t = -20 \text{ }^\circ\text{C}$ в течении 12 часов;
- 2) при загрузке камеры расстояние между верхом кубов и низом полок вышележащего ряда, а также между кубами было не менее 2 см; к кубам был обеспечен свободный доступ воздуха со всех сторон.

Контрольный осмотр проводился на 25 и на 50 циклы попеременного замораживания и оттаивания (рис. 3), в результате которого образцы сохранили свою первоначальную форму (то есть не наблюдается глубоких трещин, изменения формы образцов). Это говорит о том, что образцы хорошо переносят перепады температур.

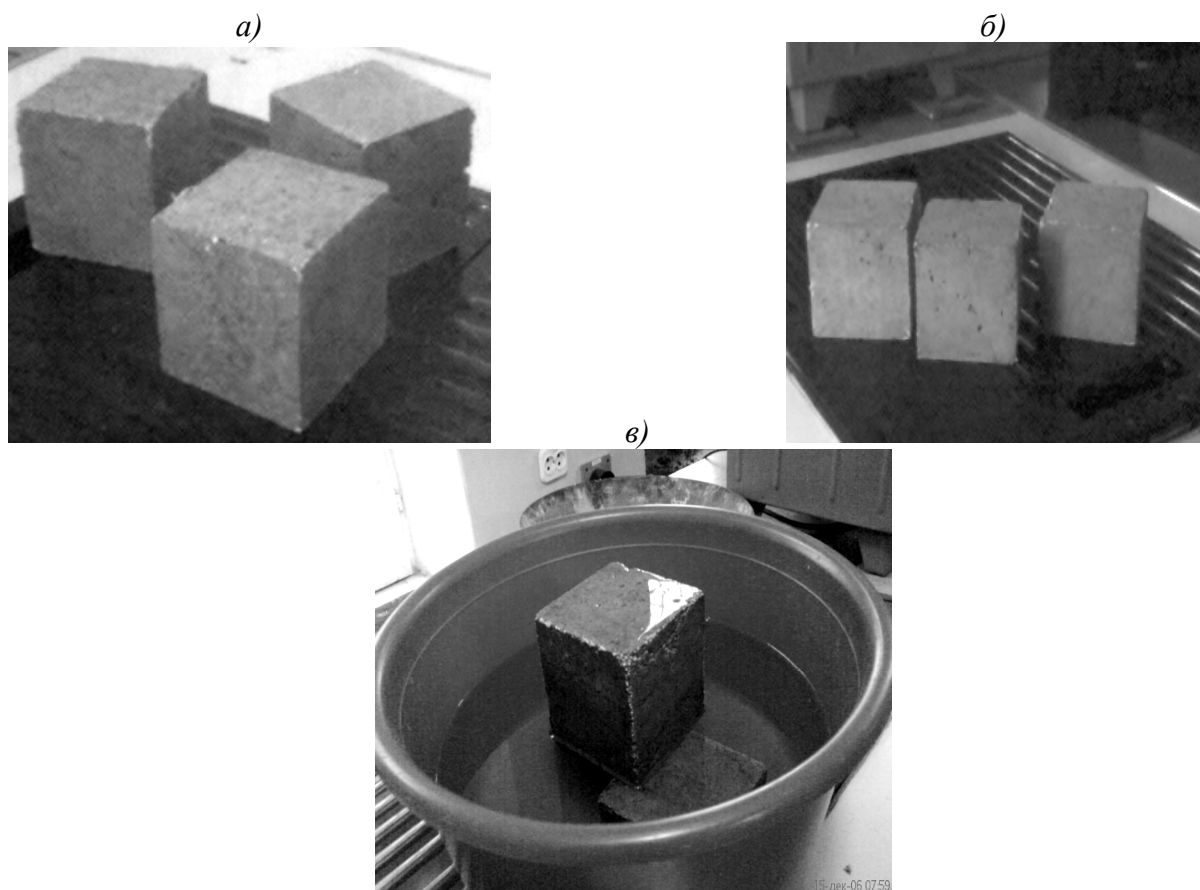


Рис.3. Бетон с заполнителем из вспененного полистирола повторного использования
а) образцы, подготовленные к замораживанию; *б)* образцы после 25 цикла замораживания-оттаивания; *в)* образцы после 50 цикла замораживания-оттаивания при насыщении водой

Выводы

1. В результате анализа данных проведенного исследования получен состав на вспененном вторичном полистироле с требуемыми эксплуатационными и потребительскими характеристиками.

2. Проектная марка бетона по морозостойкости соответствует марке F75, что позволяет рекомендовать данный состав для изготовления изделий малых архитектурных форм.

Список литературы

1. Скрипник Ю.Г., Петрович В.В., Скрипник Г.В. Пінополістирол — реальність наших днів // Будівництво України. — 2002. — № 6. — С. 37–39.
2. Бойко А. Российский рынок будет развиваться // Тара и упаковка. — 2006. — № 6. — С. 5–9.
3. Американский опыт управления отходами // Тара и упаковка. — 2006. — № 5. — С. 78–81.
4. ГОСТ 27006-86 Бетоны. Правила подбора состава. – М.: Стройиздат, 1989.
5. ГОСТ 10180-90 Бетоны. Методы определения прочности по образцам. – М.: Стройиздат, 1989.
6. ГОСТ 10060.0-95 Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие требования. – М.: Стройиздат, 1995.

Стаття надійшла до редакції 02.10.06
 © Скрипник Т.В., Шеїна Н.В., 2006