

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕТОНА С ЗАПОЛНИТЕЛЕМ ИЗ ВТОРИЧНОГО ВСПЕНЕННОГО ПОЛИСТИРОЛА

к.т.н.Т.В. СКРЫПНИК,

АДИ ГВУЗ «ДонНТУ», г. Горловка, Украина

***Аннотация.** В работе проанализировано повышение теплофизических свойств бетона с заполнителем из вспененного полистирола повторного использования. Предложена методика исследований, основанная на изучении теплофизических свойств легкого бетона, которая позволяет не только изучить реакцию бетона с заполнителем из вспененного полистирола повторного использования на изменение температур, но и увеличить его механическую прочность.*

Введение

Легкие бетоны находят широкое применение в дорожном строительстве в виде элементов малых архитектурных форм. 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.

Поэтому 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.

Известные примеры легких бетонов: пенобетон и газобетон, которые 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 желательным 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

Разработка оптимального состава легкого бетона с заполнителем из вспененного полистирола. Исходя из следующих требований, состав должен обладать рядом свойств:

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

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.

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

Состав бетона подбирался исходя из среднего показателя прочности, плотности, а в нашем случае теплоизоляционных свойств (по ГОСТ 18105-86 и ГОСТ 27005-86) с учетом фактической однородности бетона и планируемых мероприятий по ее повышению. Исследуемые составы бетона приведены в таблице 1.

Таблица 1
Исследуемые составы бетона на вспененном пенополистироле

Серия образцов	Вода, л	Цемент, кг	Вид заполнителя/масса, кг	Добавки	м, кг	R _{сж} , МПа
I	0,284	0,795	Нвсп крупный гранулят/0,450	-	1,529	14,25
II	0,315	0,628	Нвсп мелкий гранулят/0,503	-	1,446	
III	0,33	0,93	Нвсп гранулят/0,500	ПЭ волокна	6	
IV	0,33	0,715	Вспененный ПСВ/0,015	а	1,760	
V	0,360	0,800	Измельченная одноразовая посуда/0,004	ПЭ волокна	1,090	
	0,33			а	0	1,92
VI	0,30	0,700	Вспененный ПСВ гранулят/0,015	ПЭ волокна	1,015	1,84

В виду отсутствия данных о фактической однородности бетона с заполнителем из вспененного полистирола средний уровень прочности

при подборе его состава принимается равным требуемой прочности по ГОСТ 18105-86 при коэффициентах вариации 13,5 (для легкого бетона), средний уровень плотности в этом случае примем равным марке бетона по плотности.

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 $t=20^{\circ}\text{C}$)

По результатам испытаний полученных образцов данного состава можно сделать следующие вывод: максимальная прочность получена в составе легкого бетона на невспененном грануляте, но этот состав не экономичен, а прочность, полученная на вспененном полистироле повторного использования, достаточна и экономична для изготовления малых архитектурных форм.

Одним из основных критериев разработки нового состава бетона на вспененном полистироле, помимо получения легкого, прочного, теплоизоляционного материала была необходима проверка на долговечность.

Под долговечностью бетона подразумевается его стойкость к климатическим условиям (воздействию химических агрессивных веществ, к абразивным воздействиям, огнестойкость и др.)

Исходя из условий дальнейшей эксплуатации изделий из легкого бетона на вспененном полистироле главным (превалирующим) из перечисленных факторов можно считать стойкость к климатическим воздействиям: попеременному замораживанию – оттаиванию, периодическому увлажнению – высыханию, воздействию солнечной радиации и кислотных осадков, ветровой эрозии.

Наиболее разрушающим фактором для изделий малых архитектурных форм является цикличное замораживание и оттаивание в чистом виде и с добавлением солей, применяемых против обледенения дорожных покрытий.

Теоретические основы морозостойкости бетона и механизма его разрушения в условиях попеременного замораживания и оттаивания рассматривались в многочисленных работах [1, 2, 3]. Хотя еще отсутствует общепризнанная теория этого воздействия, существующие взгляды в той или иной мере связывают разрушение бетона с напряжениями, вызванными изменением температуры.

Определение морозостойкости при испытаниях бетона на пористых заполнителях (в нашем случае заполнителем является вспененный полистирол) в качестве основного метода применяем метод по ГОСТ 10060-76. Критерием морозостойкости является число циклов попеременного замораживания и оттаивания, которое выдерживают кубы (с ребром 10см) без снижения $R_{сж}$ более чем на 15%.

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

Кубы изготавливаем, храним и испытываем по ГОСТ 10180-76 табл.2. Испытания образцов на морозостойкость начинаем через 7 суток после выдерживания в лабораторных условиях ($P=730\text{мм рт ст}$, $t=18^{\circ}\text{C}$).

Таблица 2

Нормативное число циклов попеременного замораживания и оттаивания

Показатель	Проектная марка бетона по морозостойкости Мпрз							
	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.

На данный момент проведено 29 циклов попеременного замораживания и оттаивания в лаборатории кафедры «Строительство и эксплуатация автомобильных дорог» в морозильной установке «Донбасс» АДИ ДонНТУ. При этом соблюдаются следующие условия:

1) замораживаем образцы при $t=-15-20^{\circ}\text{C}$, при загрузке кубов температура не должна повышаться выше -15°C ;

2) при загрузке камеры расстояние между верхом кубов и низом полок вышележащего ряда, а также между кубами должно быть не менее 2 см; к кубам должен быть обеспечен свободный доступ воздуха со всех сторон.

Контрольный осмотр проводился на 25 цикл попеременного замораживания и оттаивания (рис.1), 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.

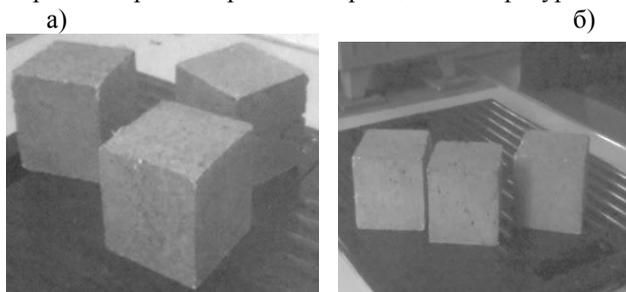


Рис.1. Бетон с заполнителем из вспененного полистирола повторного использования

а) образцы, подготовленные к замораживанию; б) образцы после 25 цикла замораживания-оттаивания

Вывод

Проектная марка бетона по морозостойкости на данный момент испытаний соответствует марке 50, что является достаточным условием для рекомендации данного состава для изготовления изделий малых архитектурных форм.

В результате анализа данных проведенного исследования получен состав на вспененном полистироле с требуемыми эксплуатационными и потребительскими характеристиками. Для получения критического значения циклов замораживания – оттаивания эксперимент продолжается.

Список литературы

1. Горчаков Г.И., Капкин М.М., Скрамтаев Б.Г. Повышение морозостойкости бетона в конструкциях промышленных и гидротехнических сооружений. - М., 1965
2. Стольников В.В. Исследования по гидротехническому бетону. - М. – Л., 1962
3. Шестоперов С.В. Долговечность бетона транспортных сооружений. - М., 1966