



УДК 624.01: 691.327

DOI: 10.35803/1694-5298.2019.2. 295-298

АБДЫРАЙМОВ Ж.А., КГУСТА, им.Н.Исанова, Кыргызская Республика,
e-mail: Abdyjamal@mail.ru

ABDYRAIMOV ZH.A., KSUCTA n.a. N.Isanov, Bishkek, Kyrgyz Republic.

МЕЛИБАЕВ С.Ж., МУИТ, Кыргызская Республика,
e-mail: Sadyk_joro@rambler.ru

MELIBAEV S.ZH., MUIT, Bishkek, Kyrgyz Republic.

ОПАРИН М.Е., КГУСТА им.Н.Исанова, Кыргызская Республика,
e-mail: Oparin@mail.ru

OPARIN M.E., KSUCTA n.a. N. Isanov, Bishkek, Kyrgyz Republic.

ЛЕГКИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ НА ОСНОВЕ ПОЛИСТИРОЛБЕТОНА

LIGHT REINFORCED CONCRETE STRUCTURES BASED ON POLYSTYRENE

Макалада конструкциялык-жылуулукту сактоочу полистирол бетонун алуу жана аны темир-бетон конструкцияларынын курамына колдонуу жөнүндөгү изилдөөнүн жыйынтыгы келтирилген

Өзөк сөздөр: көбүктүү полистиролбетон, полистирол, жылуулукту обочолоо, конструкция, сууну синорип алуу, аязга чыдамдуулук, жеңил бетон, микроармировкалоо.

В статье даются результаты исследований получения конструкционно-теплоизоляционного полистиролбетона и его применение в составе железобетонных конструкций.

Ключевые слова: пенополистиролбетон, полистирол, теплоизоляция, конструкция, водопоглощение, морозостойкость, легкий бетон, микроармирование.

The article presents the results of a study on the construction of thermal insulation polystyrene concrete and its use in the composition of reinforced concrete structures.

Key words: Polystyrene foam concrete, polystyrene, heat insulation, construction, water absorption, frost resistance, light concrete, micro reinforcement.

Пенополистиролбетон – современная разновидность легкого бетона, в котором в качестве крупного заполнителя используются гранулы вспененного полистирола. Полистирол является чрезвычайно легким материалом (плотность 5-25 кг/м³) такой заполнитель придает полистиролбетону малую плотность (от 150 кг/м³). На его основе можно получать широкий спектр различных строительных материалов и конструкции по номенклатуре (от теплоизоляционного до конструкционного назначения). Этот материал был придуман еще в середине 20 века в Германии, но на территории КР популярность приобрел только в последние десятилетия [1-4].

По ГОСТу 33929-2016 «Полистиролбетон. Технические условия» подразделяют:

- по назначению и применению:

для сборных изделий заводского изготовления, применяемых в условиях строительного производства; монолитных конструкций, изготавливаемых и применяемых в условиях строительного производства.



- по степени теплозащитных и конструкционных качеств:

на теплоизоляционный (средней плотности D150-D225), теплоизоляционно-конструкционный (средней плотности D250-D350), конструкционно-теплоизоляционный (средней плотности D400-D600).

Многочисленными исследованиями доказано, что полистиролбетон имеет большое преимущество в сравнении с другими разновидностями легких бетонов. Основные из них:

- водопоглощение, которое составляет в пределах 8-12%, что в сравнении с газобетоном в 3-4 раза меньше, и не требует гидроизоляции;

- на морозостойкость проходит по группе тяжелых бетонов, т.е. полностью замачивается в воде и помещается затем в морозильную камеру, при этом выдерживая 75 и более циклов;

- полистиролбетон фактически не дает усадку;

- коэффициент теплопроводности (от 0,055 Вт/(м °С) при средней плотности D150 до 0,145 Вт/(м °С) при средней плотности D600;

- конструкционный показатель полистиролбетона при средней плотности D450, что можно, построить дом до 3-х этажей (с запасом по нагрузке) без каркаса. Это значительно снижает нагрузку на фундамент, существенно уменьшая затраты на его сооружение;

- сырьевые компоненты, входящие в состав полистиробетона, являются экологически чистыми, абсолютно безопасными для здоровья человека. В том числе и гранулы вспененного полистирола.

Полистиролбетон – долговечный материал. Впервые наружные железобетонные стеновые панели с применением полистиролбетона разработан НИИ Железобетона специально для того, чтобы исключить из конструкции наружной стены недолговечные материалы (различные минераловатные утеплители). Ведущие проектные институты считают, что конструкция стен с применением полистиролбетона является одной из лучших на сегодняшний день [5-8].

Целью настоящей работы является – исследование и разработка состава и свойства конструкционно-теплоизоляционного полистиролбетона, а также применение его в производстве легких железобетонных конструкциях.

Задачей исследования является – обеспечить регионы Кыргызской Республики новым эффективным энергосберегающим материалом, а также развитие производства легких железобетонных изделий на их основе.

Для подбора составов конструкционно-теплоизоляционного полистиролбетона в ходе основного эксперимента применяли следующие материалы: портландцемент Кантского цементного завода (КЦЗ) марки М400 D20 ГОСТ 10178-85. В качестве заполнителя использованы пенополистирольные гранулы (ППГ) фракции 0-2,5 мм, 2,5-5,0 мм, 5,0-10 мм. Гранулы пенополистирола получены путем дробления из отходов пенополистирольных плит. В качестве микроармирования использовались синтетические полипропиленовые волокна ГОСТ 33370-2015. В качестве ускорителя твердения бетона применялся хлористый кальций (CaCl₂) ГОСТ 450-77. Для улучшения воздухопоглощающих свойств полистиролбетона использовались SDO-L (СДО – смола древесная омыленная) ТУ 2453-013-10644738-2000. В качестве пластификатора (улучшение гидрофобизирующих свойств и морозостойкости) применялись пенообразователь ПБ-2000 по ТУ2484-185-05744685-01.

Для изготовления полистиролбетонной смеси и поливки полистиролбетона применяли воду с водородным показателем pH ≥ 4 содержащую минеральные соли не более 5000 мг/л, в том числе не более 2700 мг/л сульфатов (в пересчете на SO₄) и удовлетворяющую требованиям ГОСТ 23732-79.

Прочность полистиролбетонных образцов определялась согласно ГОСТ 18105.1-80, средняя плотность – ГОСТ 12730-87. Морозостойкость бетона – по ГОСТ 10060-2012.

Теплопроводность определялась на приборе ИТ-1.

Изготовление образцов-кубов из полистиролбетона на стандартных формочках размерами 150x150x150 мм и 100x100x100 мм. Технология получения полистиролбетона производилось в следующей последовательности. Сначала в бетономешалку загружаются полистироловые гранулы, к ним добавляется около 10% от общего объема воды с



растворённым в ней пластификатором или пенообразователем. Необходимо тщательно перемешать их, не менее 30 секунд, чтобы весь полистирол пропитался и обрёл необходимые адгезионные свойства. Далее постепенно добавляется весь объём цемента и оставшуюся воду с СДО (смола древесная омыленная) и другими добавками, смесь перемешивается в течение 5 минут. После чего полистиролбетон готов к формовке.

При испытании прочности полистиролбетона на сжатие использовалась методика, аналогичная приведенной в ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности на сжатие и растяжение». Кубиковую прочность полистиролбетона на сжатие R_m определяли на образцах – кубах размером 150x150x150 мм, как для всех видов легких бетонов, кроме ячеистого. Величина предела прочности при сжатии (МПа). При этом переходный коэффициент равен единице.

В ходе проведения экспериментов испытания прочности на сжатие нами были получены полистиролбетонных образцов, изготовленных с использованием основной фракции гранул из ППГ заполнителя 0-2,5 мм, 2,5-5,0 мм, 5,0-10 мм. Содержание пенополистирольного заполнителя на 1,0 м³ смеси было принято одинаковым и составляло 1,0 м³. Результаты испытания показывает, что наилучшие прочностные показатели были получены при использовании основной фракции гранул пенополистирольного заполнителя в 2,5-5,0 мм. Установлено, что использование крупных фракций пенополистирольного заполнителя делает полистиролбетон менее прочным частично за счет малой прочности самого заполнителя, частично из-за ослабления соответственно крупными условными отверстиями сечения растворной матрицы. Мелкие фракции приводят к повышению средней плотности и одновременно повышают расход цементной составляющей.

Результаты эксперимента (составы, свойства и марка) полученного полистиролбетона приведены в табл.1 и 2.

Таблица 1 - Состав пенополистиролбетона на 1м³

№ п/п	Наименование материалов	Ед. изм	Расход материалов на 1м ³ полистиролбетона		
			1,0/9 (0-2,5)	1,0/6 (2,5-5,0)	1,0/3 (5,0-10,0)
1	Пенополистирольные гранулы ППГ	м ³ /кг (фракция)	1,0/9 (0-2,5)	1,0/6 (2,5-5,0)	1,0/3 (5,0-10,0)
2	Цемент	кг	330	330	330
3	Пенообразователь ПБ 2000	л	1,0	1,0	1,0
4	Ускоритель схватывания, CaCl	кг	6,6	6,6	6,6
5	Смола древесная омыленная (СДО)	кг	1,0	1,0	1,0
6	Полипропиленовая волокна	кг	0,6	0,6	0,6
	Вода	л	168	150	130

Таблица 2 - Основные свойства и марка полистиролбетона

№ п/п	Основные свойство материалов	Ед. изм	Показатели		
			Фракция ППГ (0-2,5)	Фракция ППГ (2,5-5,0)	Фракция ППГ (5,0-10,0)
1	Средняя плотность, ρ	кг/м ³	550-600	450-500	300-350
2	Средняя прочность, R_m	МПа	3,6-3,8	2,2-2,8	0,6-0,9
3	Коэффициент теплопроводности, λ	Вт/м ⁰ С	0,15-0,16	0,11-0,12	0,08-0,09
4	Морозостойкость, F	Циклах	75-100	75-100	50-75
5	Марка по средней плотности, D	кг/м ³	550	450	300
6	Класс по прочности при сжатии, B	МПа	2,5	2,0	0,5

Опытный замес из состава по марке средней плотности D450 применены в производстве железобетонного вентиляционного блока (ВБС) на технологической линии



ОсОО «Домостроительный сервис «Азат».

Выводы:

1. Известно, что пенополистиролбетон экологический и долговечный материал;
2. Установлено, показатели качества применения пенополистирольных гранул, которые равна 2,5-5,0 мм.
3. Применением пенополистирола в качестве заполнителя в составе бетона, можно заменить легкого керамзита, которое в настоящее время считается дефицитным и дорогим.

Список литературы

1. Рахманов В.А. Об экологической безопасности применения полистиролбетона в строительстве [Текст] / В.А. Рахманов, А.И. Козловский, А.В. Варламова. // Бетон и железобетон. – 1997. - № 2. – С. 18-20.
2. Парфенов В.Г. Исследование и разработка ресурсо- и энергосберегающих композиционных теплоизоляционных материалов на основе пенополистирола [Текст]: Автореферат дис. канд. техн. наук // В.Г.Парфенов. – Тюмень: 2000. – 22 с.
3. Беляков В.А. Изготовление полистиролбетона. Экологическое значение использования отходов металлургического производства [Текст] В.А.Беляков, В.С. Руднов // СтройПрофиль. – 2004. - № 2 (32) - С. 14.
4. Гейданс И.У. Исследование способов облегчения теплоизоляционно-конструкционных стеновых материалов (применительно к строительству в отдаленных районах) [Текст]: Автореферат дис. канд. техн. наук / И.У.Гейданс. - М.: 1974. - 24 с.
5. Довгалюк В.И. Конструкции из легких бетонов для многоэтажных каркасных зданий [Текст] / В.И. Довгалюк, Г.Л. Кац. - М.: Стройиздат — 1984. — 223 с.
6. Довжик В.Г. Факторы, влияющие на прочность и плотность полистиролбетона [Текст] / В.Г.Довжик // Бетон и железобетон. - 2004. - № 3. - С. 5-11.
7. Довжик В.Г. Технология и свойства полистиролбетона для стеновых конструкций [Текст] / В.Г. Довжик, В.Н. Россовский, Г.С. Савельева и др. // Бетон и железобетон. - 1997. - № 2. - С. 5-9.
8. Журба О.В Легкие бетоны на основе регенерированного пенополистирольного сырья [Текст]: Автореферат дис. канд. техн. наук / О.В.Журба. - Улан-Удэ: 2007. - 22 с.
9. Клем В.Р. Подбор состава и технология производства пенополистиролбетона / Применение ячеистых бетонов в жилищном строительстве [Текст]: Сб. научных трудов / В.Р.Клем. - ЛенЗНИИЭП, 1991. - с. 151-155.
10. ГОСТ 33929-2016 «Полистиролбетон. Технические условия» [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200140603>