

УДК 620.18:666.7

к.т.н., професор Керш В.Я., к.т.н. Холдаева М.И.,
Творогов А.В., Задворный Я.И., Худик Н.Н.,
Одесская государственная академия строительства и архитектуры

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ И СВОЙСТВА ПОЛИСТИРОЛБЕТОНА

Приведены результаты исследований влияния компонентов смеси, в том числе пластифицирующих и воздухововлекающих добавок, на структурообразование и свойства полистиролбетона.

В практике современного строительства одной из важнейших задач на обозримую перспективу является обеспечение качественной теплозащиты зданий. К числу наиболее эффективных теплоизолирующих материалов можно отнести полистиролбетон (ПСБ) - композиционный материал, основой состава которого является цементное вяжущее и сверхлёгкий заполнитель – вспученный полистирол. В зависимости от соотношения в смеси раствора и гранул пенополистирола можно получать ПСБ плотностью от 200 до 700 кг/м³. Данный материал имеет ряд преимуществ перед другими конструктивно–теплоизоляционными материалами: удовлетворительные прочностные характеристики при низкой плотности, пониженную теплопроводность и сорбционную влажность, улучшенные показатели по водонепроницаемости, морозостойкости, химической и биологической стойкости.

На формирование физико-механических характеристик полистиролбетона оказывают влияние следующие факторы:

- свойства цемента;
- свойства и количество полистирольного заполнителя;
- свойства и количество наполнителя (при его наличии);
- химические добавки.

Влияние вяжущего на свойства ПСБ. По аналогии с практикой ячеистых бетонов, для приготовления качественного полистиролбетона выбирают высокоактивные цементы с целью обеспечения необходимых прочностных характеристик бетона при относительно низком расходе вяжущего. Это объясняется тем, что зависимость прочности полистиролбетона от активности цемента носит линейный характер, то есть прочность полистиролбетона повышается с увеличением марки цемента при замене цемента марки 500 цементом марки 600 прочность полистиролбетона возрастает на 20%. Однако осуществление данного приёма за счет

увеличения расхода цемента ограничено в связи с повышением плотности полистиролбетона.

Влияние заполнителя на свойства ПСБ. Для изготовления полистиролбетона используется вспененный фракционный бисерный стирол. Влияние свойств и содержания полистирола на прочность полистиролбетона принципиально отличается от влияния обычных пористых заполнителей на прочность легких бетонов. Для ПСБ характерными являются пластические деформации, обусловленные большой деформативностью гранул полистирола, релаксирующих возникающие в бетоне напряжения. Пористость вспененных гранул составляет 97-98% при плотности 0,02-0,06 г/см³ и зависит от свойств сырья и режимов вспенивания. Экспериментальные исследования показывают, что повышение плотности полистирольных гранул при одновременном уменьшении их размеров увеличивают прочность полистиролбетона на 35-80% (при отсутствии фактора влияния прочности цементного камня). Чем меньше размеры гранул полистирола, различия в их размерах и плотности, а также выше плотность и прочность гранул, тем выше прочность полистиролбетона. Оптимальным размером гранул, обеспечивающим нормативную прочность полистиролбетона, принято считать 0,3-3мм. Согласно имеющимся данным, снижение плотности гранул заполнителя снижает прочность полистиролбетона от 10% (при средней плотности 0,06 г/см³) до 30% (при средней плотности 0,02 г/см³).

Это дает возможность снизить объемную массу ПСБ, повышая его теплотехнические свойства (табл. 1).

Таблица 1

Свойства полистиролбетона

Плотность, кг/м ³	Прочность, МПа		Коэффициент теплопроводности, Вт/м ⁰ К	Водопоглощение за 24 часа по объёму, %
	на сжатие	при изгибе		
400	1,85	0,87	0,100	7
500	2,74	1,26	0,123	6
600	3,12	1,57	0,137	4

Влияние наполнителя на свойства ПСБ. В качестве наполнителя в полистиролбетоне обычно применяется кварцевый песок, однако плотность, а, следовательно, и теплопроводность такого ПСБ, значительно возрастает. При введении в состав полистиролбетона продуктов отсева золы-уноса (микросфер) удастся существенно снизить плотность и теплопроводность материала.

В результате эксперимента установлено, что введение в ПСБ наполнителя в виде микросфер позволяет повысить его теплозащитные и прочностные качества.

Микросферы совместно с полистирольными гранулами образуют надежную и равномерную смесь, которая не проседает и не вздувается, а также обеспечивают равномерные термические и механические свойства материала. Внедрение наполнителя в виде микросфер в цементные перегородки перераспределяет статические нагрузки и ведет к повышению прочности. Вместе с тем, введение микросфер повышает водопотребность смеси, поэтому для снижения расхода воды целесообразно использование пластифицирующих добавок.

Влияние добавок на свойства ПСБ. Применение химических добавок является эффективным средством целенаправленного регулирования свойств бетона.

Пластифицирующие добавки. Снижение водопотребности и увеличение подвижности цементных систем обеспечивается за счет применения пластифицирующих добавок, позволяющих снизить водопотребность более чем на 15 - 20%. Пластификаторы нового поколения, так называемые суперпластификаторы и гиперпластификаторы, позволяют снизить данный показатель более чем на 30%. Эффективность пластификаторов существенно зависит от удельной поверхности цемента, его минерального состава и от физико-химических особенностей наполнителей. Учитывая многообразие имеющихся добавок, проведены предварительные испытания отечественных и зарубежных пластификаторов. Эффективность пластификатора оценивали по комплексу факторов: увеличению подвижности бетонной смеси; сокращению расхода цемента; повышению прочности бетона.

Наибольший пластифицирующий эффект установлен при использовании модифицированного гиперпластификатора "FK 63.30".

Введение в состав полистиролбетонной смеси указанной добавки позволяет получить самоуплотняющиеся, не требующие вибрации бетонные смеси за счет снижения водосодержания, а при неизменной подвижности смеси - бетоны повышенной прочности. При этом марка цемента может быть снижена на более низкую.

Влияние добавки на кинетику структурообразования цементного теста изучали на бездобавочном цементе марки 500 и дозировках добавки от 0,1 до 1,25% от массы цемента. Одновременно оценивали кинетику тепловыделения на ранних стадиях гидратации. В начальный период пластифицированные образцы характеризуются некоторым замедлением процессов гидратации,

что хорошо можно проследить по интегральному тепловыделению цементного теста с различным количеством добавки.

Исследовано влияние гиперпластификатора "FK 63.30" на технологические свойства бетонов. Выявлена зависимость подвижности бетонной смеси и возможного снижения расхода воды при получении равноподвижных смесей от дозировки добавки.

Исследования показали, что применение добавки при сохранении водоцементного отношения благоприятно сказывается на однородности смеси, значительно уменьшая ее водоотделение и расслоение по сравнению с равноподвижной смесью без добавки. Подвижные бетонные смеси с добавкой "FK 63.30" сохраняют высокий пластифицирующий эффект в течение 1-1,5 ч.

Исследования вели в двух направлениях: на бетонах из смесей с одинаковым водоцементным отношением, а также на бетонах, приготовленных из равноподвижных с эталоном бетонных смесей. В качестве эталона применялся бетон без добавок. Прочность на сжатие бетона нормального твердения испытывали в возрасте 3, 7 и 28 сут, пропаренного - через 24 ч с момента приготовления, а также в 28-суточном возрасте. Прочность бетонов из равноподвижных бетонных смесей с добавкой во все сроки испытания оказалась выше прочности эталона на 40-80%.

Результаты испытаний показали, что введение гиперпластификатора "FK 63.30" в бетонную смесь при изготовлении полистиролбетона позволило увеличить прочность на сжатие на 40-64% по сравнению с бетоном с добавкой С-3 при одновременном снижении расхода цемента на 10-12% и увеличении подвижности бетонной смеси в 1,5-2,5 раза. При этом водопотребность бетонной смеси может быть снижена на 20-45%.

Применение гиперпластификатора "FK 63.30" даже при уменьшении расхода цемента позволяет сократить режим тепловлажностной обработки бетона на 10-30-% по сравнению с принятыми режимами.

Воздухововлекающие добавки. Наиболее простое и относительно управляемое формирование пористой структуры цементной матрицы может быть достигнуто за счёт воздухововлечения при перемешивании смеси. факторами, влияющими на воздухововлекающую способность добавок и характер пористой структуры материала, являются вид, концентрация добавки, водотвердое отношение, температура раствора, конструкция смесительного аппарата и режим перемешивания, дисперсность и вид компонентов.

Предварительная обработка гранул пернополистирола ПАВ позволяет значительно увеличить адгезию между гранулами и цементным тестом, что

дає можливість підвищити міцність матеріала в 1,5-2 рази. Образована при цьому гідрофобна плівка знижує водопоглинання пінополістирола, підвищує в'язкість суміші, рівномірність розподілу в суміші оброблених гранул пінополістирола, а також збільшує площу контакту срастання останніх з цементним тестом.

Особливий інтерес представляло порівняння різних за принципом формування пористої структури добавок: піноутворюючих і повітрововлекаючих. Враховуючи особливості технології будівельних матеріалів, добавки піддавалися випробуванню в інтервалі температур 20-60⁰С.

Підвищення температури розчину від 20 до 45⁰С збільшує повітрововлечення, однак подальше підвищення температури веде до різкого зменшення об'єму вовлеченого повітря, хоча швидкість процесу повітрововлечення при цьому збільшується.

Для визначення пористої структури матеріалу були виготовлені серії зразків, що відрізняються перерахованими параметрами. Виявилось, що вид добавки чітко впливає на середній діаметр пори і розподіл її за розмірами. Так найбільш дрібні пори ($d_{cp}=0,13$ мм) при дозуванні добавки 1,5% має бетон, виготовлений з Centrament Air, найбільш крупні пори ($d_{cp}=0,24-0,3$ мм) при такій же дозуванні характерні для ПАВ «Піноутворювач-С». Крім того, в залежності від виду добавки змінюється характер кривої розподілу пор за розмірами.

Встановлено, що зміна концентрації повітрововлекаючої добавки Centrament Air від 0,5% до 1,5% (від маси сухих речовин суміші) сприяє збільшенню об'єму вовлеченого повітря, однак подальше збільшення концентрації до 2% не призводить до помітного змінювання повітрововлечення; збільшення водотвердого відношення від 0,3 до 0,6 при тривалості перемішування 15 хв. призводить до неуклонного зростання повітрововлечення з 17 до 43% і зменшенню розміру пори з 0,18 до 0,08мм.

Результати досліджень дозволили вибрати більш ефективні добавки, визначити цілесобразні дозування і режими їх застосування і використані при формуванні плану багаточинного експерименту для оптимізації структури і властивостей полістиролбетону.

Література

1. Холдаєва М.І. Полістиролбетон – нове якість енерго-ресурсозберігаючого будівництва / М.І. Холдаєва // «Розвиток житлової та дорожньої сфери одеського регіону»: Міжнародний науково-технічний семінар. – Одеса: «ОДАБА», 2009, С.76-80.

2. Керш В.Я. Структура и свойства бетонов на сверхлегких заполнителях/ В.Я. Керш, М.И. Холдаева, А.В. Штец //Вісник ОДАБА. – Одеса: «Місто майстрів», 2009. - вип. №35. - С.176-181.

3. Патент на корисну модель №39515 Україна, МПК (2009)UA C 04 B 14/02.Суміш для приготування полістиролбетону/ Дорожкін В.В., Керш В.Я., Керш Д.В., Холдаєва М.І. заявл. 31.10.2008; опубл. 25.02.09, Бюл. № 4, 2009р.

Анотація

Приведені результати випробувань впливу складу, у тому числі пластифікуючих та повітрявтягуючих добавок, на структуроутворення и властивості полістиролбетону.

Abstract

Results on the effect of including additives and plasticizers which involve air, on the structure and properties of polystyrene concrete.