

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА БЕТОНОВ НА СВЕРХЛЕГКИХ ЗАПОЛНИТЕЛЯХ

Керш В.Я., Холдаева М.И., Штец А.В. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Одесса)

Предложены структурные элементы бетонов на сверхлегких заполнителях, рассмотрено их влияние на теплозащитные и прочностные свойства материала.

Вопросы энерго- и ресурсосбережения, снижения эксплуатационных расходов и повышения комфортности жилья сохраняют свою первостепенную важность в практике строительства.

Повышенные требования к теплозащитным качествам наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений стимулируют применение высокоэффективных конструкционно - теплоизоляционных материалов, к числу которых можно отнести бетоны на различных видах вяжущего с использованием в качестве сверхлегкого заполнителя гранул вспененного полистирола, например полистиролбетон.

Взаимосвязи плотности и механических показателей легких бетонов с их составом, достаточно хорошо изучены. В то же время особенности формирования структуры и влияния структурных характеристик на их теплозащитные свойства пока раскрыты недостаточно, хотя резерв снижения теплопроводности за счет рациональной организации структуры пористых материалов достигает 15 – 25%. Поэтому улучшение теплозащитных свойств легких бетонов путем направленного структурообразования за счет рецептурно-технологических факторов является актуальной задачей.

Известно достаточное количество исследований, посвященных анализу влияния рецептурных и технологических факторов на конечные свойства бетона – теплозащитные, прочностные и другие.

Значительно меньше работ, в которых комплексно исследуются взаимосвязи в системе «РТФ – структура – свойства» [1,2], хотя такие исследования наиболее перспективны для понимания процессов, происходящих в материале.

Полистиролбетон можно представить полиструктурным образованием типа «композит в композите» или «структура в структуре» [3]. Структурными элементами, отвечающими за формирование структуры и эксплуатационных свойств бетона, наряду с цементной матрицей, крупным и мелким заполнителем, предложено [4] считать внутренние поверхности раздела (ВНР), под которыми, в общем случае, понимают границы раздела между матричными материалами и заполнителями, а также технологические трещины. Однако отсутствие надежно определяемой инструментально или расчетным путем количественной оценки содержания и распределения в материале структурных элементов не позволяло получать их взаимосвязи со свойствами.

В данной работе выполнен анализ влияния структурных элементов конструкционно – теплоизоляционного полистиролбетона на его свойства. В качестве структурных элементов ПСБ приняты: сферические гранулы пенополистирола (псевдокаплярные поры); воздушные поры, образованные за счет воздухововлечения; микропоры такой же природы, как в пенобетоне и, собственно, твердая составляющая. При использовании в качестве наполнителя полых микросфер, они рассматриваются как самостоятельные структурные элементы. Параметром, характеризующим количество того или иного структурного элемента в материале, служит относительная величина – объемное содержание элемента в общем объеме образца – объемная доля. Предполагается, что объемное соотношение твердой составляющей и микропористости в затвердевшем растворе такое же, как и в межпоровых перегородках полистиролбетона.

Принцип условного разделения материала на структурные элементы с целью анализа их влияния на теплозащитные свойства рассмотрен в работе [2]. Там же приведен алгоритм расчета объемного содержания структурных элементов ячеистого материала.

В результате предварительных исследований установлены наиболее значимые факторы и пределы их варьирования. В трехфакторном эксперименте по плану B_3 изменялись количество и гранулометрический состав наполнителя – микросфер, а также количество воздухововлекающей добавки при постоянном расходе пластификатора (0,15% от массы цемента). Объемное содержание пенополистирольного заполнителя принято 0,87. Объемы, занимаемые пенопластовым заполнителем и микросферами, рассчитаны на основании предварительных экспериментов по определению пустотности слоя гранул и микросфер. Объем вовлеченного воздуха определен экспериментально для каждого из образцов.

Изготовлены 15 опытных образцов плотностью $500 - 700 \text{ кг/м}^3$ и определены их прочностные свойства, теплопроводность, сорбционная влажность, водопоглощение и влажностная усадка. Построены модели свойств и проанализировано влияние РТФ на конечные свойства полистиролбетона.

Установлено, что наибольшее влияние на теплопроводность и прочность оказывает содержание микросфер. Внедрение микросфер в цементные перегородки в количестве 5 – 10 % перераспределяет статические нагрузки и ведет к повышению прочности. При дальнейшем повышении количества микросфер прочность падает.

Теплопроводность стабильно снижается с ростом содержания микросфер. Меньшее и приблизительно одинаковое по значимости влияние на указанные свойства в исследованном диапазоне оказывают соотношение размеров микросфер и количество воздухововлекающей добавки.

По результатам компромиссной оптимизации (рис. 1) выделена зона рецептурных решений, обеспечивающих $\lambda < 0,24 \text{ Вт/м}^*\text{К}$ и $R_{сж} > 2,1 \text{ МПа}$. Разработанный состав полистиролбетона защищен патентом Украины [7].

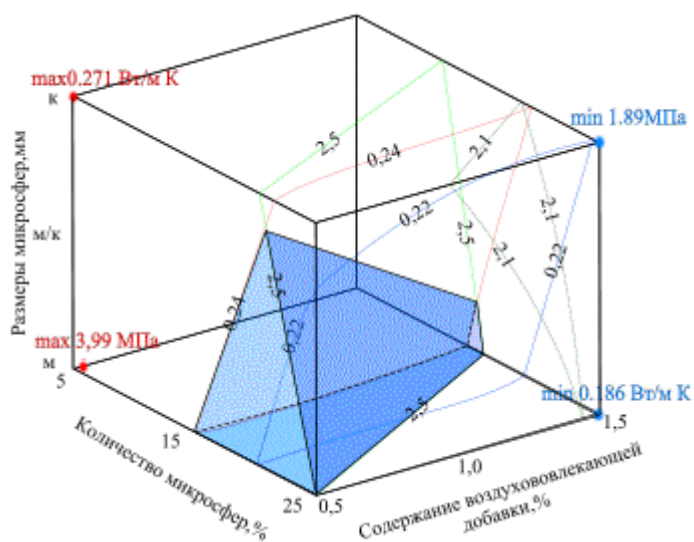


Рис. 1. Компромиссная оптимизация свойств полистиролбетона.

Проанализировано влияние объемного содержания (доли) структурных элементов на свойства полистиролбетона. Примеры таких зависимостей приведены на рис. 2-5.

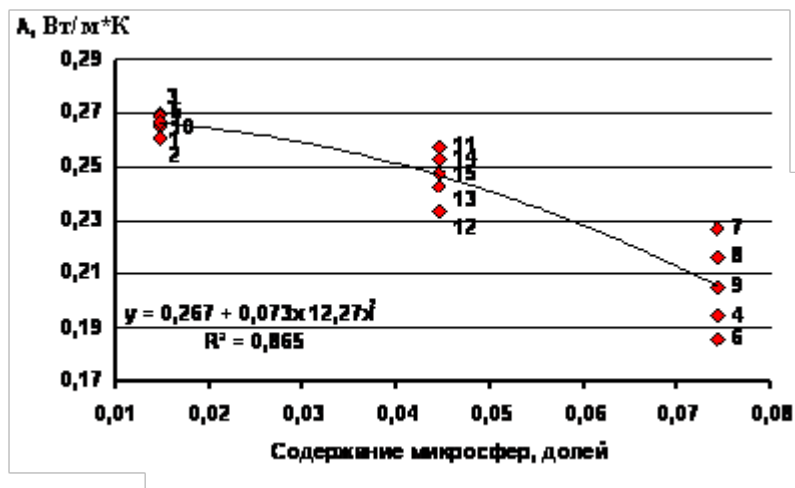


Рис. 2. Влияние микросфер на теплопроводность полистиролбетона.

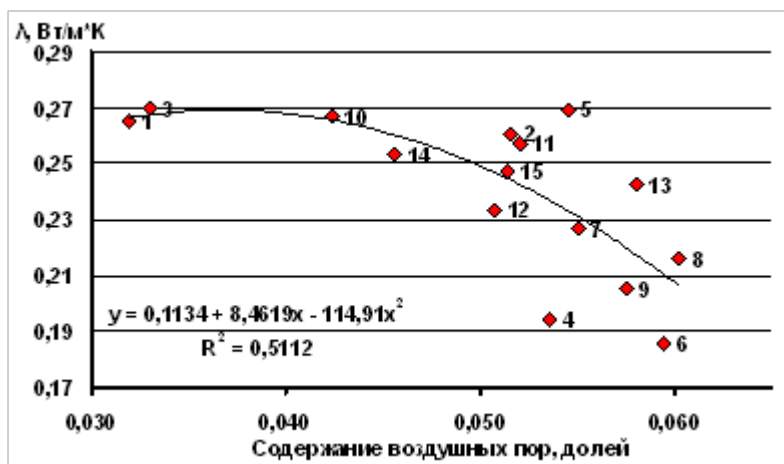


Рис. 3. Влияние воздушных пор на теплопроводность полистиролбетона.

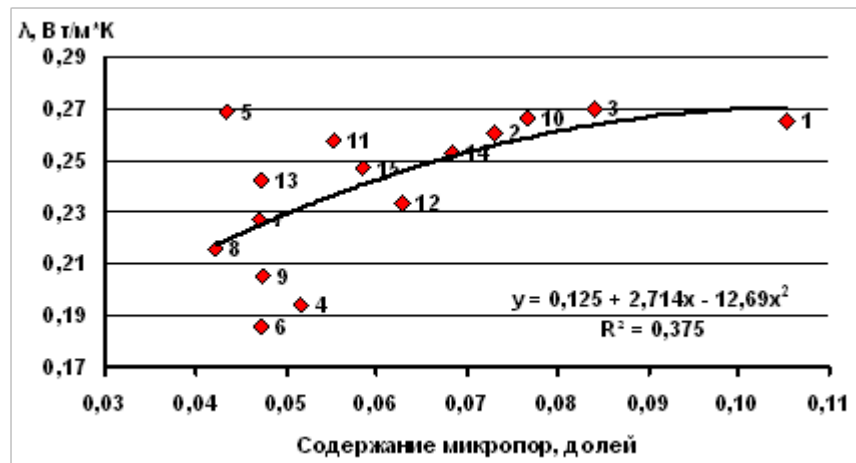


Рис. 4. Влияние микропор на теплопроводность полистиролбетона.

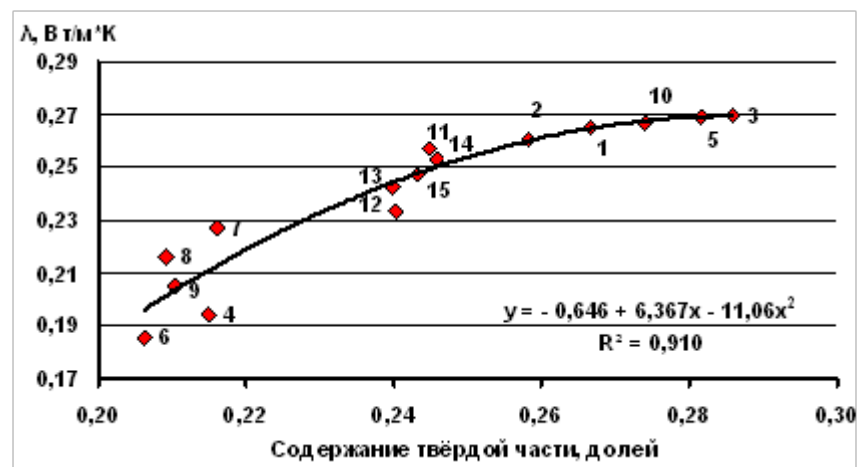


Рис. 5. Влияние твердой части на теплопроводность полистиролбетона.

Анализ графиков позволяет сделать вывод о том, что наибольшее влияние на теплопроводность оказывает количество твердой составляющей, следующее по степени влияния - количество наполнителя – микросфер и меньшее – содержание вовлеченного воздуха. Аналогичное влияние оказывают эти структурные элементы на прочность, однако влияние воздушной фазы – значительно сильнее. Микропористость оказывает существенное влияние на прочность ($r = 0,79$) и незначительно (как и в случае с пенобетоном) влияет на теплопроводность ($r = 0,38$)

Литература

1. Вознесенский В.А. Современные методы оптимизации композиционных материалов / Вознесенский В.А., Выровой В.Н., Керш В.Я. и др. - Киев: Будівельник, 1983. – 144 с.
2. Керш В.Я. Изучение влияния структурных параметров и рецептурно-технологических факторов на теплопроводность пенобетона /Керш В.Я., Чабаненко П.Н. // Сб. науч. трудов «Вісник ОДАБА». - Одесса, 2006, вип. № 23, с.105-110
3. Соломатов В.И. Элементы общей теории композиционных материалов /Соломатов В.И. // Изв. вузов. Стр-во и архитектура. -1980- № 8.- С. 61-70.
4. Выровой В.Н. Бетон в условиях ударных воздействий. / Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Фиц С.Б. Монография. – Одесса: Внешрекламсервис, 2004. -270 с.

5. Керш В.Я. Влияние характера распределения и свойств твердой составляющей на теплопроводность ячеистых бетонов / Керш В.Я., Выровой В.Н., Чабаненко П.Н. // Зб. наук. праць Національного університету водного господарства та природокористування; м.Рівне,2005, вип..13, с.56-61.

6. Керш В.Я. Модификация твердой составляющей полистиролбетона / Керш В.Я., Дмитриева Н.В., Холдаева М.И. // Сб. науч. трудов «Вісник ОДАБА». - Одесса, 2006, выпуск № 23, с.100-104.

7. Патент України № 39515 «Суміш для приготування полістиролбетону», МПК 2009 (авт. В.В. Дорожкин, В.Я. Керш, М.И. Холдаева, Д.В. Керш).