

УДК 691.32

А. А. ШИШКИНА

Криворожский технический университет

ПЕНОБЕТОНЫ ДЛЯ РЕМОНТА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Приведены результаты исследования пористости и прочности ячеистого бетона, предназначенного для ремонта зданий и сооружений, на основе модифицированного цемента за счет использования добавки, представляющей собой комплекс, состоящий из железосодержащего вещества, эфиров или солей высших жирных кислот и полиспирта. Исследования проведены в процессе изучения нескольких систем, которые отличаются видом и содержанием компонентов. Показано влияние каждого из компонентов добавки, которая применялась для модификации цемента, и установлен механизм этого влияния. Так, показано, что введение в состав пенобетона только компонента, содержащего железо, приводит к увеличению прочности пенобетона. Это же явление наблюдается и при введении в состав пенобетона только полиспирта. Введение же эфиров высших жирных кислот практически не приводит к увеличению прочности бетона. Однако совместное введение в состав пенобетона вещества, содержащего железо, полиспирта и эфира высшей жирной кислоты приводит к значительному увеличению прочности пенобетона без увеличения его плотности.

прочность, бетон, добавка, железо, состав, плотность, эфир, полиспирт, цемент

За годы эксплуатации конструкции зданий и сооружений подвергались многократному воздействию окружающей среды, что снизило эксплуатационные свойства материалов, из которых изготовлены строительные конструкции и, как следствие, сами здания.

Помимо этого, строительные конструкции существующих зданий и сооружений проектировались на основе норм, которые уже не отвечают современным требованиям по теплопроводности и требуют, при ремонте конструкций, выполнения конструктивных мероприятий по ее уменьшению. Особо остро стоит вопрос стыков в жилых домах панельного или блочного типа. Недостаточно совершенная конструкция стыков и продолжительная их эксплуатация привела к изменению свойств герметизирующих материалов и, как следствие, увеличению тепловых потерь из внутренних помещений зданий. Это вызывает необходимость достаточно часто производить ремонт стыков панелей или стеновых блоков, чаще всего, применением дорогостоящих уплотняющих материалов.

Таким образом, при реконструкции зданий и сооружений необходимо предусматривать мероприятия по уменьшению теплопроводности как стеновых конструкций, так и стыков между этими конструкциями.

В настоящее время известна технология уменьшения теплопотерь зданий путем создания теплоизолирующего слоя на поверхности стеновых конструкций этих зданий. Чаще всего для этих целей используются теплоизолирующие материалы в виде плит, которые наклеиваются, либо на внешнюю, либо на внутреннюю поверхность стеновых конструкций. При этом возникает необходимость гидроизоляции утепляющего слоя, который чаще всего выполнен из высокогигроскопичного материала. Это обуславливает высокую степень материальных затрат на реконструкцию здания. Кроме этого остается необходимость создавать плотные и надежные стыки между плитами утеплителя.

Одним из эффективных материалов, обладающих низкой теплопроводностью, являются пористые бетоны. Однако известные пористые бетоны обладают недостаточной прочностью и повышенным водопоглощением, что ограничивает их применение для ремонта строительных конструкций.

Поэтому вопрос получения пористых бетонов, обладающих достаточно высокой прочностью при сжатии при низких теплопроводности и водопоглощении, представляет большой научный и практический интерес, а его решение в настоящее время актуально.

Одним из методов повышения пористости бетона является применение поверхностно-активных, в частности, воздухововлекающих добавок [3]. Данные добавки уменьшают количество и размер крупных пор в бетоне, образующихся в результате водоотделения, диспергируют крупные поры в большое количество мелких и этим, в конечном итоге, способствуют понижению теплопроводности и повышению водонепроницаемости бетона. Все гидрофобнопластифицирующие добавки в той или иной степени обладают способностью некоторого воздухововлечения. Важно при этом отметить, что роль добавок заключается не столько во введении воздуха в бетон, сколько в преобразовании неравномерно распределенных в бетоне крупных воздушных пор во множество мелких воздушных пузырьков сферической формы диаметром 50–250 мк. Бетоны с воздухововлекающими добавками, в отличие от бетонов без этих добавок, имеют поры меньших размеров, отличающиеся к тому же разобщенностью, вследствие чего обладают более высокой водонепроницаемостью и морозостойкостью при меньшем капиллярном подсосе и более низкой гигроскопичностью.

Создание поровой структуры бетона путем поризации цементного камня в настоящее время осуществляется либо использованием пен, либо газообразователей [1, 2].

Таким образом, одним из способов поризации бетонов является введение в их состав гидрофобнопластифицирующих и воздухововлекающих добавок в количествах, обеспечивающих образование в них воздушных пор общим объемом до 12 %. Такой способ получения пористых бетонов является наиболее удобным, поскольку технология приготовления их сохраняется обычной. Другим способом приготовления пористых бетонов является введение в состав бетонной смеси предварительно приготовленной пены. Наконец, третий способ приготовления пористых бетонов заключается во введении в их состав газообразующих добавок, вызывающих вспучивание бетонной смеси до начала схватывания. При втором и третьем способах общий объем воздушных пор в легких бетонах может быть доведен до 25 %.

Следовательно, применение пористых бетонов позволит получить эффективное защитное покрытие строительных конструкций зданий предприятий от энергетических воздействий внешней среды.

С учетом известного представления [5] о цементном камне как о дисперсной системе, состоящей из матрицы (продуктов гидратации портландцемента) и включений (пор), на основе анализа известных данных установлено, что получение ремонтного бетона, обладающего пониженной теплопроводностью и высокой прочностью сцепления с бетоном ремонтируемых конструкций, возможно путем введения в портландцемент комплексной добавки, представляющей собой систему «минеральный комплекс на основе железа – пенообразователь – стабилизатор».

Целью настоящей работы является определение некоторых свойств пенобетонов для зданий с целью повышения их теплотехнических свойств.

В исследованиях применяли портландцемент ОАО «Кривой Рог цемент» М400, комплексную добавку, состоящую из железосодержащих горных пород Криворожского месторождения (железосодержащий минеральный комплекс), пенообразователя, эфира непредельной (олеиновой) кислоты полиспирта (стабилизатор). Цементное тесто готовили путем смешивания его компонентов в лабораторной мешалке.

Изучаемая дисперсная система «цемент – железосодержащий минеральный комплекс – стабилизатор – пенообразователь» рассматривалась с учетом исследования влияния каждой ее составляющей на остальные и на всю систему в целом.

На основании этого рассматриваемая дисперсная система была условно разделена на дисперсные системы более низкого уровня (входящие в состав этой системы) нескольких видов:

- 1 – «цемент – железосодержащий минеральный комплекс»;
- 2 – «цемент – стабилизатор»;
- 3 – «цемент – пенообразователь»;
- 4 – «железосодержащий минеральный комплекс – стабилизатор»;
- 5 – «железосодержащий минеральный комплекс – пенообразователь»;
- 6 – «система 1 – стабилизатор»;
- 7 – «система 1 – пенообразователь».

Дисперсной системой самого низшего уровня была принята дисперсная система «цемент - железосодержащий минеральный комплекс», которая осуществляет формирование каркаса остальных дисперсных систем.

Варьируемыми факторами в экспериментах были приняты соотношения компонентов в подсистеме и содержание подсистемы низшего уровня в подсистеме высшего уровня или в исследуемой системе. Управляемыми факторами в исследованиях были приняты: прочность при сжатии, прочность сцепления с бетоном и плотность исследуемых дисперсных систем.

Система 1. В условиях эксперимента введение в портландцемент железосодержащего минерального комплекса в количестве 25...30 % от массы системы при твердении в нормальных условиях приводит к увеличению ее прочности на 15...20 %. Плотность и прочность сцепления с бетоном системы практически не зависит от содержания в ней железосодержащего минерального комплекса. Механизм формирования свойств данной системы достаточно изучен и описан [4, 5].

Система 2. В условиях эксперимента введение в портландцемент стабилизатора – смеси эфиров олеиновой кислоты и полиспирта в количестве до 0,1 % повышает прочность при сжатии. При этом увеличение прочности при сжатии и прочности сцепления с бетоном достигает 200 % (табл. 1).

Таблица 1 – Свойства поризованного цементного камня

Количество стабилизатора, %	Пористость, %		Прочность при сжатии, МПа	Прочность сцепления с бетоном, МПа
	общая	открытая		
-	23,6	12,1	2,5	0,2
0,05	23,1	12,0	2,6	0,3
0,10	28,9	18,8	4,2	0,7

Это можно объяснить исходя из природы примененного стабилизатора. При гидратации портландцемента в объеме системы образуются ионы Ca^{2+} , которые гидролизуют эфиры олеиновой кислоты и полиспирты, приводя к образованию олеатов и глицератов кальция. При этом наличие у молекул эфира неперехлестной высшей (олеиновой) кислоты двух или трех двойных связей обуславливает соединение посредством ионов кальция двух ее молекул. Этот процесс несколько подобен процессу полимеризации, протекание которого обеспечивает соединение молекул неперехлестной кислоты в макрокомплексы, которые выполняют роль микроанкеров системы, повышая этим ее прочность при сжатии и прочность сцепления с бетоном. Данные положения согласуются с выводами [5].

Система 3. В условиях эксперимента введение в портландцемент пенообразователя приводит к снижению прочности при сжатии, прочности сцепления с бетоном и плотности системы. Прочность цементного камня в возрасте 28 сут. оказывается незначительной. В возрасте 90 сут. прочность данного материала незначительно повышается, однако такой временной интервал формирования прочности не позволяет применять данную систему при реконструкции зданий.

Система 4. В условиях эксперимента система «железосодержащий минеральный комплекс – стабилизатор» обладает способностью твердеть и набирать прочность в нормальных условиях, которая достигает 25 МПа. Прочность сцепления данной системы с бетоном достигает 10 МПа. Однако плотность полученного материала остается достаточно высокой и составляет 1700...2000 кг/м³.

Это можно объяснить исходя из природы примененного стабилизатора. В рассматриваемой системе присутствуют ионы Fe^{2+} , которые способствуют гидролизации эфиров олеиновой кислоты, приводя к образованию олеатов железа. При этом наличие у молекул эфира неперехлестной высшей (олеиновой) кислоты двух или трех двойных связей обуславливает соединение посредством ионов железа двух или трех ее молекул, а также образованию глицератов железа. Этот процесс подобен процессу полимеризации, протекание которого обеспечивает соединение молекул неперехлестной кислоты в макрокомплексы, которые и обеспечивают приобретение нею прочности при сжатии и прочности сцепления с бетоном. Данные положения согласуются с выводами [5].

Система 5. В условиях эксперимента система «железосодержащий минеральный комплекс – пенообразователь» практически не обладает способностью твердеть и набирать прочность в нормальных условиях. Прочность сцепления данной системы с бетоном также практически отсутствует. Однако плотность полученного материала достаточно невысокая и составляет 300...1000 кг/м³. Это объясняется тем, что в данной системе не образуются новые вещества, которые обладают вяжущими свойствами, поэтому система не обладает прочностью.

Система 6. В условиях эксперимента введение в систему 1 стабилизатора – смеси эфиров олеиновой кислоты и полиспирта в количестве до 0,1 % практически не приводит к изменению плотности. Однако значительно повышает прочность при сжатии (до 500 %). При этом увеличение прочности сцепления с бетоном составляет 200 % и достигает 0,8 МПа. Плотность же системы остается практически неизменной. Это объясняется тем, что в систему «железосодержащий минеральный комплекс – стабилизатор» вводится гидравлически активное вещество – цемент, которое обеспечивает повышение прочности системы.

Система 7. В условиях эксперимента введение в систему 1 пенообразователя приводит к снижению прочности при сжатии, прочности сцепления с бетоном и плотности системы.

Система «цемент – железосодержащий минеральный комплекс – стабилизатор – пенообразователь». В условиях эксперимента совместное введение в систему 1 пенообразователя и стабилизатора приводит к увеличению прочности при сжатии и прочности сцепления, а также снижению плотности получаемого цементного камня по сравнению с цементным камнем, полученным на основе дисперсных систем низшего уровня (входящих в данную систему). Это объясняется тем, что железосодержащий минеральный комплекс приводит к вспениванию стабилизатора. В процессе газообразования и после завершения этого процесса в стенках сформировавшихся пор образуются продукты взаимодействия железосодержащего минерального комплекса и стабилизатора. Это приводит к формированию, в получаемом цементном камне, замкнутых пор, стенки которых с внутренней стороны пор покрыты прочными пленками олеата железа, а внутренние слои стенок сформированы из продуктов гидратации цемента в присутствии железосодержащего минерального комплекса.

Выводы. Проведенные исследования показали, что введение в цемент комплексного порообразователя, представляющего собой систему «железосодержащий минеральный комплекс – стабилизатор – пенообразователь» при использовании в качестве стабилизатора смеси эфиров олеиновой кислоты и полиспирта, приводит к улучшению прочностных и адгезионных свойств получаемого цементного камня и снижению теплопроводности за счет увеличения общей пористости. Кроме того, уменьшение количества открытых пор в получаемом цементном камне будет способствовать снижению проницаемости бетона, что повысит его эксплуатационные свойства и обеспечит надежную теплоизоляционную защиту существующих жилых и общественных зданий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородская Р. М. Безавтоклавный газозолошлакобетон / Р. М. Бородская, Б. П. Данилов. – К. : Госстройиздат УССР, 1964. – 78 с.
2. Кевеш П. Д. Газобетон на пергидроле/ П. Д. Кевеш, Э. Я. Эршлер. – М. : Госстройиздат, 1961. – 86 с.
3. Симонов М. З. Основы технологии легких бетонов/ М. З. Симонов. – М. : Стройиздат, 1973. – 584 с.
4. Шишкин А. А. Бетоны на основе шламов обогащения железных руд и щелочного компонента: дис. канд. техн. наук: 05.23.05 / Шишкин Александр Алексеевич. – Кривой Рог, 1990. – 177 с.
5. Шишкин А. А. Специальные бетоны для усиления строительных конструкций эксплуатирующихся в условиях действия агрессивных сред : дис. докт. техн. наук : 05.23.05 / Шишкин Александр Алексеевич. – Кривой Рог, 2003. – 336 с.

Получено 21.12.2010

О. О. ШИШКІНА ПІНОБЕТОНИ ДЛЯ РЕМОНТУ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД Криворізький технічний університет

Приведені результати дослідження пористості і міцності комірчастого бетону, призначеного для ремонту будівель і споруд, на основі модифікованого цементу за рахунок використання комплексної добавки, що складається з речовини, що містить залізо, ефірів або солей вищих жирних кислот і поліспирту. Дослідження проведені в процесі вивчення декількох систем, які відрізняються виглядом і вмістом компонентів. Показаний вплив кожного з компонентів добавки, яка застосовувалася для модифікації цементу, і встановлений механізм цього впливу. Так, показано, що введення до складу пінобетону лише компонента, що містить залізо, призводить до збільшення міцності пінобетону. Це ж явище спостерігається і при введенні до складу пінобетону лише поліспирту. Введення ж ефірів вищих жирних кислот практично не призводить до збільшення міцності бетону. Проте спільне введення до складу пінобетону речовини, що містить залізо, поліспирту і ефіру вищої жирної кислоти призводить до значного збільшення міцності пінобетону без збільшення його щільності.

міцність, бетон, добавка, залізо, склад, щільність, ефір, поліспирт, цемент

A. A. SHISHKINA
FOAM CONCRETE FOR MAINTENANCE OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS
Krivoy Rog Technical University

The findings of investigations of porosity and strength of cellular concrete designed for the maintenance of buildings and constructions on the base of the modified cement due to application of additive being the complex of the agent containing iron, esters or higher fatty acids salts and polyalcohol have been presented. The investigations have been conducted during the study of several systems distinguishing with the form and the content of the components. The effect of each component additive used for the cement modification has been revealed and the mechanism of the effect has been determined. The investigations have revealed that making only a component containing iron of foam concrete causes the foam concrete strength augmentation. The same phenomenon has been observed at making only polyalcohol the part of foam concrete content. The injection of esters of higher fat acids practically does not result in strength augmentation of concrete. But the compatible injection of an agent containing iron, polyalcohol and higher fatty acid ester into the foam concrete content causes the considerable foam concrete strength augmentation without its density increase.

strength, concrete, additive, iron, content, density, ester, polyalcohol, cement

Шишкіна Олександра Олександрівна – асистент кафедри технології будівельних виробів, матеріалів і конструкцій Криворізького технічного університету. Наукові інтереси: будівельні матеріали і вироби.

Шишкина Александра Александровна – ассистент кафедры технологии строительных изделий, материалов и конструкций Криворожского технического университета. Научные интересы: строительные материалы и изделия.

Aleksandra A. Shishkina – a teaching fellow of the Procedures and Techniques of Building Products, Materials and Structures Department of the Krivoy Rog Technical University. Research interests: building materials and products.