РАЦИОНАЛЬНЫЕ СОСТАВЫ БЕТОНОВ ДЛЯ ЗВУКО- И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

Нетеса Н.И., д.т.н., проф., Паланчук Д.В., аспирант,
Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

Изложены вопросы проектирования рациональных составов бетонов, применяемых для звуко- и теплоизоляции, с использованием вторичных продуктов промышленности с целью повышения эффективности использования цемента.

Постановка проблемы. Объемы композиционных материалов на основе цемента в конструкции звуко- и теплоизоляции промышленных и гражданских зданий значительны. Требования к этим материалам специфичны. В соответствии с действующими нормами звуко- и теплоизоляция может устраиваться из легкого бетона, например керамзитобетона, классов от В3,5 до В7,5. Кроме того, может устраиваться засыпная шлаковая, керамзитовая и др. с последующим устройством стяжки из мелкозернистого бетона или цементно-песчаного раствора марки М150 толщиной 20-40 мм. Кроме того, что такая конструкция должна отвечать соответствующим требованиям по звуко- и теплоизоляции, иметь необходимую прочность, смесь должна иметь необходимые технологические характеристики. Важнейшими из них являются удобоукладываемость, нерасслаиваемость, водоудерживающая способность. Этим требованиям отвечают поставляемые промышленностью сухие строительные смеси, обеспечивающие устройство самовыравнивающихся полов. Однако такие материалы преимущественно импортного производства или на основных импортных составляющих очень дорогие. Их применение в условиях кризиса, который особенно ощутим в строительной отрасли, неоправданно. Поэтому поиск альтернативных составов на основе использования местных вторичных продуктов промышленности, обеспечивающих экономию цемента, - актуальная задача.

Анализ последних исследований и определение нерешенных проблем. В существующих методах определения составов бетонов [1–3] основное внимание уделяется количеству и качеству цемента. Такой подход обусловлен тем, что по результатам многочисленных

исследований установлено, что количество и качество цементного камня определяют и основные физико-механические характеристики бетона. Проектирование составов бетонов по такому принципу оправдано, если используются традиционные заполнители примерно с одинаковыми характеристиками, как правило, отвечающие действующим стандартам. Кроме того, эти методы проектирования составов приемлемы преимущественно для бетонов прочностью 20-40 МПа. При реализации этих методов определения составов для бетонов прочностью менее 20 МПа удельный расход цемента на единицу прочности возрастает тем в большей степени, чем меньше прочность бетона необходимо получить. Поэтому для определения составов таких бетонов требуются иные подходы.

В последнее время в бетонах применяется все большее количество компонентов. Поэтому определить рациональное количество каждой составляющей бетона традиционными методами невозможно. В связи с этим в последние десятилетия широко используются кибернетические методы, основанные на статистических теориях прочности композиционных материалов [4,5]. Эти методы имеют несомненное преимущество. Однако статистические теории прочности бетонов не позволяют определять суть процессов, происходящих при приложении эксплуатационных нагрузок и воздействий. Поэтому для решения этих проблем необходимо больше внимания уделять структурным теориям прочности бетонов [6,7], которые позволяют определить существенную роль заполнителей и наполнителей в формировании структуры и важнейших физико-механических характеристик бетонов. Нашими исследованиями установлено, что, определяя составы бетонов, необходимо обеспечивать рациональный зерновой состав компонентов, при реализации которого можно получить наиболее высокую плотность смеси, а, следовательно, наименьшую дефектность затвердевшего бетона [8,9]. Кроме того, обеспечение рационального зернового состава компонентов с минимальной пустотностью определяет также и улучшенную удобоукладываемость бетонной смеси, ее нерасслаиваемость, хорошую водоудерживающую способность при существенной экономии цемента, особенно для бетонов прочностью менее 20 МПа. Поэтому для проектирования составов бетонов, применяемых для тепло- и звукоизоляции, целесообразно продолжить исследования по определению рациональных составов бетонных смесей с различными вторичными продуктами промышленности с целью их утилизации в

бетонах с максимально возможной эффективностью использования цемента в них по разработанной нами ранее методике.

Цель проведенных исследований. Определить принципиальные подходы к проектированию рациональных составов бетонных смесей, применяемых для устройства тепло- и звукоизоляции, с максимально возможной экономией цемента за счет использования местных вторичных мелкозернистых продуктов промышленности.

Основной материал исследований. На начальном этапе исследований нами проведены принципиальные экспериментальные исследования по определению возможности использования местных материалов, в том числе вторичных продуктов промышленности, для экономичных бетонных смесей, используемых для устройства тепло- и звукоизоляции. В экспериментальных исследованиях использовали модифицированную пластифицирующую добавку на основе С-3, криворожский шлакопортландцемент М400. Однако после длительного хранения его активность составляла 25 МПа. В качестве наполнителя использовали золу-уноса Приднестровской ГРЭС, зерновой состав которой примерно такой же, как цемента.

В качестве заполнителей использовали:

- песок днепропетровский речной, модуль крупности которого составлял $M_{кр}=1,56$, его зерновой состав приведен в табл. 1;
- граншлак завода им. Петровского насыпной плотностью 880 г/л, его зерновой состав также приведен в табл. 1;
- керамзитовый гравий Баловского комбината насыпной массой 450 г/л.

Таблица 1

Зерновой состав заполнителей

Остатки	Диаметр отверстий сит, мм					
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	дно
Граншлак						
Частные остатки, г	320	330	185	110	20	35
Частные остатки, %	32,0	33,0	18,5	11,0	2,0	3,5
Полные остатки, %	32,0	65,0	83,5	94,5	96,5	100,0
Днепропетровский речной песок						
Частные остатки, г	11	23	79	379	420	88
Частные остатки, %	1,1	2,3	7,9	37,9	42,0	8,8
Полные остатки, %	1,1	3,4	11,3	49,2	91,2	100,0

Составы бетонов определялись с учетом полученных ранее закономерностей по рациональному соотношению фракций крупной (К) к средней (Ср) к мелкой К:Ср:М = 52:23:25 при соотношении

средних размеров зерен этих фракций равном в пределах 8-10 [8,9]. При обеспечении этих требований нами ранее получены составы, обеспечивающие наиболее эффективное использование цемента.

Анализом зернового состава граншлака, исходя из представленных выше закономерностей обеспечения рационального зернового состава компонентов, установлено, что при наличии в нем 65% зерен крупностью более 1,25 мм, при средней крупности этих зерен около 2 мм, соотношение средних размеров зерен этой фракции к зернам цемента и наполнителя, размер которых составляет примерно 0,07 мм, равно примерно 1:30. Такое соотношение средних размеров зерен ближайших фракций нерационально. Следовательно, при таком зерновом составе компонентов невозможно обеспечить улучшенные технологические характеристики смеси, а после ее твердения и хорошие физико-механические характеристики камня при рациональном, эффективном использовании цемента. Поэтому в такой состав необходимо вводить промежуточную по средним размерам зерен фракцию – днепровский песок, зерновой состав которого представлен в табл. 1.

Проектирование составов бетонных смесей проведено с учетом обеспечения вышеприведенных соотношений, обеспечивающих рациональный зерновой состав компонентов. При этом учтено, что такое соотношение можно обеспечивать по массе компонентов, если плотность их зерен примерно одинакова, например, если в качестве заполнителей используются гранитный щебень и речной кварцевый песок. Но в нашем случае плотность зерен компонентов существенно отличается, поэтому при расчете необходимого количества каждого из них это количественное рациональное соотношение каждой фракции учитывалось по объему, занимаемому каждой фракцией. Полученные на основе вышеприведенных закономерностей, обеспечивающих рациональный зерновой состав компонентов составы бетонных смесей приведены в табл. 2 (расход в килограммах, добавка пластификатор 1% от массы цемента, средняя прочность бетона R_б в МПа в 28-ми суточном возрасте нормального твердения).

Анализ проведенных результатов исследований позволяет определить следующие закономерности. Визуальными наблюдениями за свежеприготовленной бетонной смесью установлено, что все представленные в табл. 2 составы имели хорошие технологические характеристики. Они легко укладывались в форму и быстро уплотнялись, не расслаивались в процессе стандартного вибрационного уплотнения. Другие составы, полученные из тех же компонентов, зерновой состав которых не отвечал вышеприведенным

требованиям, обеспечивающим рациональный зерновой состав, таких технологических характеристик не имели. Даже при больших расходах воды их удобоукладываемость оставалась плохой, получить связную смесь было очень трудно, сплошную однородную структуру удавалось получить только при больших расходах цемента.

Таблица 2

№ состава	Ц	Кер гр	Гр шлак	П	Зола-уноса	В	Рб
1	450	400	450	200	100	200	112,0
2	250	300	450	300	300	240	48,0
3	550	200	450	300	-	240	147,0
4	150	200	450	300	400	240	21,0
5	350	200	450	300	200	200	158,0
6	150	200	450	300	400	210	42,0
7	250	200	450	300	300	230	83,0
8	350	-	650	400	200	210	127,0
9	150	-	650	400	400	210	28,0
10	250	-	650	400	300	210	67,0
11	250	-	675	450	300	230	110,0

Анализ результатов прочностных испытаний представленных в табл. 2 составов, позволяет определить следующие закономерности. Прочность всех составов невысокая. Эта закономерность объясняется низкой активностью применяемого цемента, а также значительной частью используемых в составах пористых компонентов – керамзита и граншлака. Эти компоненты необходимы для обеспечения требуемых характеристик по звуко- и теплоизоляции. Прочность испытанных составов бетонов существенно зависит от расхода цемента, в большинстве случаев она значительно превышает необходимую (классов от В3,5 до В7,5) для обеспечения требуемой звуко- и теплоизоляции в подстилающих слоях полов. Достаточную для этих целей прочность можно получить при расходе цемента около 200-250 кг на кубометр бетона как при использовании керамзита (составы 2, 7) так без него, используя в качестве пористого заполнителя только граншлак (составы 10, 11). Плотность полученных бетонов составляет 1,5 – 1,8 тонны на кубометр. Для снижения этой характеристики, а соответственно улучшения звуко- и теплоизоляции необходимо песок заменить на пористый заполнитель желательнее также из местных вторичных продуктов промышленности.

Выводы.

Экономичные эффективные бетоны для звуко- и теплоизоляции в подстилающих слоях полов можно получать, используя местные материалы, в том числе вторичные продукты местной промышленности и цементы пониженной активности. Но при этом важно в процессе проектирования составов бетонных смесей обеспечивать рациональный зерновой состав компонентов, полученный нами в предыдущих исследованиях.

Необходимо продолжить исследования с применением методов математического планирования экспериментов для оптимизации свойств получаемых бетонов, а также трудоемкости, стоимости процессов устройства подстилающих слоев полов с использованием преимущественно вторичных продуктов промышленности.

В процессе дальнейших исследований необходимо расширить сырьевую базу для получаемых бетонов, применяемых для звуко- и теплоизоляции используя главным образом вторичные продукты местной промышленности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. – М.: Технопроект, 1998. – 768 с.
2. Сизов В.П. Проектирование составов тяжелого бетона. – М.: Стройиздат, 1979. – 144с.
3. Баженов Ю.М. Способы определения состава бетона различных видов. – М.: Стройиздат, 1975. – 272 с.
4. Современные методы оптимизации композиционных материалов / Вознесенский В.А. Выровой В.Н., Коваль С.В., Ляшенко Т.В.и др. / Под ред В.А. Вознесенского. – К.: Будівельник, 1983. – 144 с.
5. Вознесенский В.А. Ляшенко Т.В., Огарков Б.Л. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ. – К.: Вища школа, 1989. – 328 с.
6. Грушко И.М., Глушенко Н.Ф., Ильин А.Г. Структура и прочность дорожного цементного бетона. Х.: Изд-во Харьк. ун-та, 1965. – 135 с.
7. Берг О.Я., Щербаков Е.Н., Писанко Г.Н. Высокопрочный бетон. – М.: Стройиздат, 1971. – 208 с.
8. Нетеса Н. И. Проблемы экономии цемента в бетонах введением рационального количества микронаполнителей // Строительство, материаловедение, машиностроение // Сб. науч. трудов.– Д.: Изд-во ПГАСА, 2001. - Вып. 12. - С. 301 – 305.
9. Нетеса Н. И. Влияние зернового состава компонентов на структуру, прочность и морозостойкость бетонов // Строительство, материаловедение, машиностроение. – Д.: Изд-во ПГАСА. - 2002. - Вып. 16. – С. 100 – 107.