

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВОВ БЕТОНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ИЗ ПРОДУКТОВ СЖИГАНИЯ ТБО

Майстренко О.Ф. (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса, Украина*)

Приведены результаты анализа свойств различных составов бетонов с использованием заполнителей на основе продуктов сжигания твердых бытовых отходов (ТБО) отечественных заводов по термической переработки отходов.

В настоящее время по использованию продуктов сжигания твердых бытовых отходов интенсивно ведутся работы, как у нас, так и за рубежом. В основном они связаны с их предварительной обработкой различными способами. Например, вторичной термической обработкой, обработкой вяжущими или другими веществами с последующей формовкой гранул и обжигом, тонким измельчением до удельной поверхности цемента или измельчением до модуля крупности 1,7...2,7.

В ОГАСА были исследованы различные составы бетонов на основе заполнителей из продуктов сжигания твердых бытовых отходов.

Назначение составов бетонов различных видов связано с учетом влияния заполнителей на их свойства. Формирование макроструктуры строительных композитов происходит под влиянием заполнителей в результате взаимодействия растворной части и заполнителей. Следовательно, физико-механические свойства бетонов определяются как индивидуальными свойствами микро- и макроструктур, так и их взаимодействием в периоды структурообразования и эксплуатации.

Особое внимание уделяли выбору рационального зернового состава заполнителей и оптимального содержания воды в смеси. Расход цемента является производным от содержания воды в смеси, т.е. от ее водопотребности и заданной подвижности.

В качестве независимых переменных приняты расход цемента, количество заполнителя. Расчет моделей и их графическое отражение проводились в системе COMPEX предложенной и разработанной профессором В.А. Вознесенским. В качестве вяжущего применяли цемент Одесского завода марки 400, в качестве заполнителей – продукты сжигания твердых бытовых отходов. Прочность цементных бетонов с ис-

пользованием заполнителей из продуктов сжигания ТБО определялась в процессе испытания опытных образцов-кубов с размером ребра 10 см.

Бетон на гранитном щебне с использованием золошлаковой смеси как мелкого заполнителя. Независимыми переменными приняты расход цемента ($C = 300 \pm 75 \text{ кг/м}^3$), соотношение расхода щебня к золошлаковой смеси по массе ($Щ/г : З/с = 2,5 \pm 0,5 : 1$) [1].

Смесь крупного и мелкого заполнителя определяется зерновым составом щебня и золошлаковой смеси, а также их соотношением по массе. В идеале смесь заполнителей должна иметь одновременно минимальный объем пустот и минимальную удельную поверхность. К этому можно только стремиться, однако достичь этого не возможно, так как для уменьшения объема пустот между зернами заполнителя нужно иметь достаточно большое количество мелких зерен, что приводит к увеличению удельной поверхности смеси заполнителя. При увеличении содержания золошлаковой смеси или уменьшении ее крупности водопотребность смеси значительно возрастет. Наиболее правильный выбор количественного соотношения фракций крупного заполнителя достигается непосредственным смешиванием и определением наибольшей плотности или наибольшей объемной массы сухой смеси при одинаковом уплотнении. При постановке эксперимента исходили из условий использования рядовых неразделенных на фракции заполнителей.

При оптимальном соотношении гранитного щебня к золошлаковой смеси 3:1 и расходе цемента 375 кг/м^3 можно получить бетон класса В25, со средней плотностью 2100 кг/м^3 . Структура такого бетона не однородна, что в значительной мере влияет на его поведение под нагрузкой и при разнообразных физических и химических воздействиях.

Эксплуатационные качества бетона зависят от термических характеристик заполнителя: температурного расширения, удельной теплоемкости и теплопроводности. Коэффициент температурного расширения заполнителя влияет на величину коэффициента расширения бетона и зависит от содержания заполнителя в бетонной смеси и ее состава в целом. Полагают, что прочные и малодеформативные заполнители в бетоне не только вызывают значительные концентрации напряжения в контакте с цементным камнем, но и служат своеобразными «клинья-ми», способствующими разрушению цементного камня.

Бетон на известняковом щебне и золошлаковой смеси. В качестве независимых переменных приняты расход цемента ($C = 275 \pm 75 \text{ кг/м}^3$), соотношение расхода известнякового щебня к золошлаковой смеси по массе ($Щ/и : З/с = 3 \pm 2 : 1$) [1].

Породы осадочного происхождения, например, известняк, имеют некоторое преимущество перед изверженными. Они требуют меньше затрат на добычу и переработку на щебень. Меньшая объемная масса известняка, по сравнению с гранитом, позволяет снизить объемную массу бетона. Известняковый заполнитель является химически активным веществом по отношению к продуктам гидратации цемента, что обуславливает лучшее сцепление заполнителя с цементным камнем. Меньший модуль упругости известняка уменьшает концентрацию напряжений в наиболее опасной зоне бетона – в местах контакта цементного камня с заполнителем.

При подборе составов бетонов для каждого опыта соотношение между расходом известнякового щебня и золошлаковой смеси установили 1:1; 3:1; 5:1, что соответствует γ 1; 0,3; 0,2.

Анализ показывает, что при расходе цемента 200 кг/м^3 и соотношении расхода известнякового щебня к золошлаковой смеси 1:1 прочность бетона составляет 4 МПа. При увеличении соотношения расхода щебня к золошлаковой смеси от 1:1 до 5:1 и расходе цемента 350 кг/м^3 – 10 МПа. Средняя плотность бетона составила 1740 кг/м^3 .

Пористый заполнитель в легком бетоне изменяет свои свойства, свойства и цементного камня и раствора. Прочность цементного камня и пористых заполнителей в бетоне, а также другие свойства не являются стабильными и меняются при взаимодействии друг с другом. В зоне контакта цементного камня с пористыми заполнителями имеет место снижение концентрации напряжений и возможно их выравнивание, а также деформация зерен пористого материала при нагружении бетона, стесненность деформаций наиболее слабых его составляющих (заполнителя или цементного камня), упрочняющие в ряде случаев эти материалы и повышающие прочность бетона. Свойства цементного камня при соприкосновении и зернами пористых заполнителей могут быть улучшены или ухудшены в зависимости от кинетики и быстроты отсоса части воды затворения заполнителей.

На ПКП АО «Одестрансстрой» изготовлена опытно-промышленная партия пустотелых блоков для неотопливаемых зданий размером $188 \times 190 \times 390 \text{ мм}$, в соответствии с требованиями [2], с целью изучения влияния продуктов сжигания ТБО на прессующее давление, сушку, прочность и качество изделий. Из опытной партии была отобрана часть плит для определения физико-механических характеристик в соответствии с требованиями нормативных документов. Получены следующие характеристики опытных образцов: марка по прочности – М 75; марка по морозостойкости – F50; средняя плотность – 1720 кг/м^3

Бетон на щебне из продуктов сжигания и кварцевом песке.

В качестве независимых переменных приняты расход цемента ($\text{Ц} = 250 \pm 50 \text{ кг/м}^3$), соотношение расхода щебня к песку по массе ($\text{Щ:П} = 1 \pm 0,25:1$) [1]. Исходя из того, что в заполнителе содержится значительное количество малопрочных, хрупких включений шлака и гладких кусков стекла, керамики в бетоне ослабляется зона контакта крупный заполнитель – цементно-песчаный раствор.

Прочность бетона изменялась в пределах 10...13 МПа. Соотношение расхода цемента к расходу щебня из продуктов сжигания практически не влияют на среднюю плотность бетона и оказывают незначительное влияние на прочность бетона. Это можно объяснить тем, что получен более однородный конгломерат за счет сближения свойств крупных фракций продуктов сжигания и цементно-песчаного раствора. При подборе состава тяжелого бетона прочность цементного камня получается меньше прочности высокопрочных и плотных заполнителей. Применение заполнителей средних и низких марок может способствовать повышению долговечности бетона. Если заполнитель обладает хорошей деформативной способностью, то объемные деформации бетона, сопровождаются пониженными напряжениями в цементном камне.

По морозостойкости бетон на щебне из продуктов сжигания и кварцевом песке соответствует марки F 75.

Бетон на золошлаковой смеси и кварцевом песке. В качестве независимых переменных приняты расход цемента ($\text{Ц} = 225 \pm 75 \text{ кг/м}^3$), соотношение расхода золошлаковой смеси (фракция 0...10 мм) к песку по массе ($\text{З/с:П} = 2,2 \pm 0,4:1$) [1]. Образцы-кубы подвергались термовлажностной обработке.

Исходя из того, что в золошлаковой смеси содержатся крупные фракции из продуктов сжигания (щебень), а также значительный объем мелких фракций, в бетонной смеси уменьшили количество песка на величину этого объема, подобрав, таким образом, рациональное соотношение между крупным и мелким заполнителем. Прочность бетона изменялась в пределах 7...14 МПа. По морозостойкости полученный бетон соответствует марки F 75.

Увеличение соотношения расхода золошлаковой смеси к песку приводит к снижению прочности бетона. Основным фактором, определяющим зерновой состав смеси является: удельная поверхность заполнителя, которая определяет количество воды, расходуемое на увлажнение поверхности зерен. Необходимо контролировать состав каждого вида заполнителей в отдельности.

Гипсобетон с применением продуктов сжигания ТБО. Основным преимуществом гипсобетонов по сравнению с цементными – быстрое

нарастание прочности. Для гипсобетонов применяют преимущественно легкие природные и искусственные заполнители. На основе проведенных исследований было установлено, что целесообразно использовать в качестве заполнителей средние фракции продуктов сжигания ТБО.

Прочность гипсобетона определялась в процессе испытания опытных образцов-кубов с размером ребра 7,07 см. С увеличением крупности зерен заполнителя из продуктов сжигания ТБО от 0,315...0,63 мм до 5...10 мм кубиковая прочность возрастает на 172 %, при увеличении расхода гипса от 375 до 625 кг/м³ на 173 %.

В опытах использовались пять различных фракций заполнителя. Крупность зерен в каждой фракции также не одинакова. Анализ полученных данных показал, что существенного повышения прочности гипсобетона без увеличения расхода вяжущего можно добиться, используя в качестве заполнителей фракций 2,5...5 мм и 5...10 мм продуктов сжигания ТБО.

Существенная связь между прочностью гипсобетона и крупностью зерен продуктов сжигания ТБО обусловлена тем, что с увеличением размеров зерен возрастает их плотность и прочность. Однако, с технологической точки зрения, дальнейшее увеличение крупности зерен заполнителей в гипсобетоне не целесообразно, а увеличение расхода гипса экономически неэффективно.

На Одесском заводе ЖБИ-2 объединения «Одесжелезобетон» было проведено формование партии гипсобетонных плит ПГ-667х500х80 горизонтальным способом, т.е. на прокатном стане Козлова. Опытно-промышленная партия гипсобетонных плит по качеству и внешнему виду удовлетворяла требованиям нормативных документов.

Выводы

Таким образом, были получены оптимальные составы цементных бетонов и гипсобетонов, определены их прочностные характеристики и средняя плотность образцов. Определены марки по морозостойкости полученных составов бетонов.

Литература

1. Использование продуктов сжигания твердых бытовых отходов в строительстве / Дорофеев В.С., Жудина В.И., Майстренко О.Ф. Одесса: Город мастеров, 2002. - 134 с. 2. ДСТУ Б В.2.7.-7-94 "Вироби бетонні стінові дрібноштучні".