

А.И. Науменко, доц., канд. техн. наук;
Е.И. Бавбель, ст. преп., канд. техн. наук;
Я.Р. Бладыко, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ВЯЖУЩЕГО ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДОРОГ

Композиционный цемент – это гидравлический цемент, состоящий из портландцемента и одного или более неорганических материалов, которые принимают участие в реакциях гидратации и тем самым способствуют образованию продукта гидратации.

Композиционные вяжущие используются для различных целей. Необходимость утилизации отходов и снижение энергозатрат становится все более очевидной. Зола уноса и шлак являются отходами, получаемыми в больших количествах. Бетоны на их основе или совместно с природными пуццоланами могут иметь одинаковые свойства с бетонами, изготовленными из чистых портландцементов, при более низкой стоимости на единицу объема изделий.

Известно, что прочность цементного камня определяется многими факторами, в том числе вещественным составом, гранулометрией исходного цемента, а также микроструктурой цементного камня, которая в свою очередь, определяется концентрацией гидратных фаз, морфологией кристаллогидратов, формой контактов кристаллов различного генезиса.

Основным показателем качества цемента является его марка, численно выражающая гарантированный предел прочности при сжатии образцов-балочек, изготовленных в стандартных условиях. Активность цемента характеризует фактическую прочность при сжатии конкретных образцов. Марку цемента устанавливают по показателям предела прочности при изгибе и сжатии образцов-балочек размером 40×40×160 мм.

Согласно ГОСТ 310.4-81, для определения прочностных характеристик цемента изготавливаются образцы-балочки размером 40×40×160 мм из цементно-песчаного раствора, состоящего из одной весовой части цемента и трех весовых частей стандартного полифракционного песка для испытания цемента с размером зерен от 2,00 до 0,08 мм. Применение других песков, чтобы исключить их влияние на прочность образцов, не допускается. Водоцементное отношение при этом должно быть не менее 0,40 ($V/C=0,40$), а консистенция раствора, определяемая на специ-

альном приборе по расплыву конуса – не менее 106 мм.

Испытание образцов-балочек производится на приборе МИИ-100, который автоматически вычисляет величину $R_{изг}$ для стандартных образцов. Установку образцов на опорные элементы прибора производят так, чтобы грани, которые при изготовлении были горизонтальными, находились в вертикальном положении, а поверхность с маркировкой была обращена к испытателю. Средняя скорость приложения усилия к образцу должна быть 50 ± 10 Н/с. Полученные после испытания на изгиб шесть половинок образцов-балочек сразу подвергают испытанию на сжатие.

Каждую половинку балочки помещают между двумя специальными нажимными пластинками так, чтобы боковые грани, которые при изготовлении прилегли к продольным стенкам формы, находились на плоскостях пластинок, заглаженная поверхность с маркировкой была обращена к испытателю, а упоры пластинок плотно прилегли к гладкой торцовой стенке образца. Пластинки применяются для того, чтобы знать площадь поперечного сечения половинки образца-балочки, подвергаемой нагружению.

При разработке составов композиционных вяжущих изучались как моносоставы, так и бинарные композиции, а также составы с полным набором всех компонентов совместно с минеральным вяжущим.

В первую очередь определялась дозировка каждого из компонентов – основного вяжущего и микронаполнителей (АЦИ, гранитидный отсев и зола-унос). На основе результатов испытаний на прочность при сжатии можно сделать вывод, что композиционное вяжущее, полученное на основе исходных компонентов, имеет марку 400. Наиболее высокую прочность показали следующие составы композиционных вяжущих [1]:

Состав № 1 – 90% портландцемента, 10% зола-унос.

Состав № 2 – 70% портландцемент, 30% зола-унос (далее композиционное вяжущее № 2).

Состав № 3 – 70% портландцемента, 10% молотых отходов АЦИ, 20% гранитидные отсева (далее композиционное вяжущее № 1).

При добавке золы-уноса из топок с псевдоожиженным слоем в количестве 10% дает прочность выше, чем при внесении 30%. Однако при этом не до конца используется потенциал замещения дорогостоящего портландцемента на отход. Поэтому при дальнейших исследованиях использовали только составы № 2 и № 3.

Большое увеличение количества отходов в вяжущем дает отрицательный эффект, так как марка по прочности снижается до 300 и больше. При таком снижении появляется необходимость увеличенно-

го расхода вяжущего при укреплении местных грунтов, а это влечет за собой увеличение стоимости конструкции.

Анализ полученных результатов кинетики набора прочности композиционного вяжущего показывает [2], что гранитоидный отсев и отходы асбестоцементных изделий в первые трое суток ускоряют процесс твердения. Прочность при этом возрастает по сравнению с контрольными образцами, приготовленными только с использованием портландцемента, на 8–60%. Меньшее значение прироста прочности происходит при введении 50% добавок.

Ускорение набора прочности композиционным вяжущим с выбранными добавками обусловлено тем, что они выступают в качестве затравок кристаллизации гелеобразованных продуктов гидратации портландцемента. Через 7 суток твердения темп набора прочности цементного камня резко снижается.

Как было установлено, у всех образцов линейки составов возрастает время начала срока схватывания, что объясняется увеличением длительности индукционного периода, связанного с растворением частиц цемента и образованием насыщенных растворов. Однако наличие частиц микронаполнителя в дальнейшем интенсифицирует процесс кристаллизации гидратных фаз. Согласно данным, микронаполнители не являются инертными добавками. Они принимают некоторое участие в формировании структуры цементного камня: раздвигают зерна гидратирующего цемента и тем самым ускоряют гидратацию. На их поверхности выделяются гидратные новообразования высокой степени дисперсности. Возможно также взаимодействие использованных микронаполнителей с алюминатными составляющими цемента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Композиционный цемент: пат. Респ. Беларусь, МПК С 04 В 7/04, С 04 В 28/5204, С 04 В 18/12, С 04 В 718/16, С 04 В 7/52 / П. А. Лыщик, С. В. Плышевский, А. И. Науменко; заявитель Белорус. гос. технол.

ун-т. – № а20121705; заявл. 06.12.12; опубл. 2015.0.30 // Афіцыйны бюл. / Нац. Цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2015. – № 4. – С. 82.

2. Плышевский, С. В. Физико-химические исследования золы-уноса из топки с псевдоожиженным слоем при сжигании фрезерного торфа / С. В. Плышевский, П. А. Лыщик, А. И. Науменко, Л. М. Виноградов, С. М. Добкин // Тепло- и массообмен – 2014: сб.тр. – Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. – С. 30–35.