

ной активации ее воздействия: увеличивается подвижность полимерцементных смесей, сокращаются сроки схватывания и твердения (рис. 1). Обработка ПЭЭ в электромагнитном поле способствует увеличению стабильности смесей и некоторой интенсификации процессов твердения, однако эффект обработки здесь меньший.

В результате исследований установлены эффективные методы регулирования технологических свойств и процессов твердения полимерцементных смесей в зависимости от минералогического состава цемента и вида полимерной составляющей.

### Л и т е р а т у р а

1. Черкинский Ю.С., Слипченко Г.Ф. Гидратационное твердение цемента в присутствии полимеров: Доклад на Международном конгрессе по химии цемента. - М.: Ротапринт ВНИИНСМ, 1974, с. 1-8.
2. Кринкин И.Л. Бетоны, модифицированные низкомолекулярными полиолефинами, и опыт их применения в строительстве. - В кн.: Реферат. информ. Сер. Промышленность сборного железобетона. М., 1979, вып. 9, с. 5-6.
3. Соломатов В.И., Глаголева Л.М., Обьедков А.Е. Новая технология приготовления полимерцементных бетонов. - Там же, с. 16-17.
4. Ахвердов И.Н., Лаврега Л.Я. Механизм твердения полимерцементного камня на водорастворимых смолах. - Докл. АН БССР, 1971, т. XV, № 10, с. 916-919.
5. Слипченко Г.Ф. Определение стабильности латекса к цементу. - В сб.: Полимерные строительные материалы. М.: Ротапринт ВНИИНСМ, 1975, вып. 40, с. 35-38.
6. А. с. 908763 (СССР). Бетонная смесь / И.В.Бориславская, Л.Я.Лаврега. - Оpubл. в Б. И., 1982, № 8.
7. Штаудингер М. Физическая химия высокомолекулярных соединений. - М.: Химия, 1964, с. 82-115.
8. А. с. 718414 (СССР). Способ изготовления полимерцементных изделий / И.В.Бориславская, Л.Я.Лаврега, С.Г.Соболевская. - Оpubл. в Б. И., 1980, № 8.

УДК 691.322:620.168.3

Г.Я.Данько (МОНИЛ НСМ БПИ)

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ЗЕРНОВОГО СОСТАВА ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ БЕТОНОВ

Искусственные материалы типа конгломератов в своей основе состоят из вяжущего и заполнителей. Применительно к бетонам и строительным растворам заполнители (щебень, песок) предназначены уменьшить расход вяжущего.

К бетонам и растворам предъявляются различные требования в зависимости от назначения, причем ряд свойств этих материалов зависит от заполнителей [1, 2]. Оценивают качество смесей заполнителей на основании их испытаний. Некоторые авторы предлагают оценивать качество и пригодность смесей заполнителей по отдельно взятым их характеристикам, например пустотности, водопотребности, гранулометрическому составу (модулю крупности, кривым рассеивания), количественному соотношению крупного и мелкого заполнителей. Вводились различные "универсальные" коэффициенты: коэффициент расхода цемента, коэффициент заполнения пустот и т. п. На основе каждой из этих характеристик трудно было дать объективную всеобъемлющую оценку качества и пригодности заполнителей для бетонов и растворов. Различные оптимальные составы смесей заполнителей, предлагаемые некоторыми исследователями для бетонов и растворов, которые подбирались опытным путем, могли быть оптимальными для конкретных заполнителей, для заполнителей с другими характеристиками (гранулометрией, формой зерен, пустотностью) они не являются таковыми.

Некоторые авторы высказали предположение, что основной характеристикой смеси заполнителей в бетоне является общая поверхность и что бетоны с одинаковыми свойствами можно получить, если заполнители имеют любой зерновой состав, но одинаковую суммарную поверхность [1]. Использование этой идеи могло бы значительно упростить оценку зернового состава крупного и мелкого заполнителей. С целью проверки состоятельности этого предположения и объяснения его проведены аналитические и экспериментальные работы, на основании которых определена зависимость свойств бетона от общей поверхности заполнителей [3]. При этом установлено, что общая поверхность заполнителей не может служить единственной характеристикой в оценке бетонов, ее следует использовать лишь с учетом пустотности смеси заполнителей, причем доминирующая роль каждого из этих двух показателей может меняться в зависимости от параметров бетонной смеси и конечной прочности бетона.

Оптимальными смесями заполнителей для бетона, по нашему представлению, можно считать смеси заполнителей с такими характеристиками и такого гранулометрического состава, которые, будучи смешаны с минимальным количеством вяжущего и растворителем, обеспечивают необходимую удобоукладываемость при формовании и требуемую структурную плотность затвердевшего бетона с заданными свойствами. Такие смеси заполнителей имеют максимальную плотность при минимальной суммарной поверхности.

По результатам указанных выше работ выведено уравнение, которое позволяет рассчитывать оптимальный зерновой состав заполнителей непрерывной гранулометрии для бетонов как функцию удельной поверхности и формы зерен отдельных фракций заполнителей при обеспечении минимальной пустотности смеси заполнителей [4].

Производят это следующим образом [4]. Измеряют удельную поверхность заполнителя каждой фракции и рассчитывают удельную поверхность шара, имеющего объем, равный среднему объему одного зерна заполнителя данной фракции, после чего количество каждой фракции заполнителя вычисляют по формуле (в %)

$$K_1 X_1 + K_2 X_1 / (S_2 / S_1) + K_3 X_1 / (S_3 / S_1) + \dots + K_n X_1 / (S_n / S_1) = 100, \quad (1)$$

где  $K_1 X_1$  - количество в процентах по массе самой крупной фракции;  $K_n X_n = K_n X_1 / (S_n / S_1)$  - количество в процентах по массе последующих более мелких фракций;  $S_1; S_2; S_n$  - удельная поверхность заполнителей по фракциям,  $\text{см}^{-1}$ ;  $K_n = S_{ш} / S_n$  - коэффициент формы зерен каждой фракции, который равен отношению удельной поверхности шара, имеющего объем, равный среднему объему одного зерна заполнителя данной фракции, к удельной поверхности заполнителя данной фракции.

Например, известными способами определяются удельная поверхность каждой фракции [5] и средняя масса одного зерна. А зная плотность материала, по формуле  $D_{ш} = \sqrt[3]{6V/\pi}$  определяют диаметр шара, имеющего объем  $V$ , равный среднему объему одного зерна заполнителя данной фракции, и удельная поверхность, равная  $S_{ш} = 6/D_{ш}$ .

Подставляем исходные данные в расчетную формулу (1) и производим вычисление:  $1,910 X_1 = 100\%$ ;  $X_1 = 52,4\%$ ;  $K_1 X_1 = 50,8\%$  и т.д. (песчаный бетон).

Межзерновая пустотность смеси заполнителей 31,6%, удельная поверхность 35,8  $\text{см}^{-1}$ .

Подставляем исходные данные в формулу (1) и получаем:  $1,839 X_1 = 100\%$ ;  $X_1 = 54,5\%$ ;  $K_1 X_1 = 46,3\%$  и т.д. (бетон).

На основании расчета по подбору рациональной смеси заполнителей (табл. 1) по известным формулам определяем состав бетона, характеристика которого приведена в табл. 2.

Технология приготовления бетона и формовка изделий обычная. Изделия и конструкции, полученные из бетона на основе рационального зернового состава заполнителя, рассчитанного по рассмотренному способу, отвечают всем требованиям ГОСТа, предъявляемым к гидротехническому бетону.

Таблица 1

## Пример расчета смеси заполнителей

Исходные данные			Расчетные данные
Фракция	Удельная поверхность, см <sup>-1</sup>	Коэффициент формы зерен, K <sub>п</sub>	Содержание в процентах по весу с учетом коэффициента формулы зерен K <sub>п</sub>
Для песчаного бетона			
5-2,5	1,7	0,97	50,8
2,5-1,2	32,2	0,92	25,4
1,2-0,6	61,7	0,88	12,7
0,6-0,3	102	0,73	6,35
0,3-0,15	190	0,68	3,17
0,15-0,0	314	0,56	1,56
Для бетона			
40-20	2,7	0,85	46,3
20-10	4,8	0,83	25,3
10-5	9,9	0,81	12,0
5-2,5	17	0,97	8,4
2,5-1,2	32,2	0,92	4,1
1,2-0,6	61,7	0,88	2,1
0,6-0,3	102	0,73	1,0
0,3-0,15	190	0,68	0,5
0,15-0,0	314	0,56	0,3

Таблица 2

## Состав бетона

Фракция	Заполнители по фракциям, кг на 1 м <sup>3</sup>	Пустотность смеси уплотняемых заполнителей, %	Содержание цемента М-400, кг	Содержание воды, л	$\frac{O_k}{жесткость}$ , см/с	R <sub>сж</sub> , кг/см <sup>2</sup>
40-20	930					
20-10	510					
10-5	240					
5-2,5	171	21	258	160	$\frac{0}{60}$	203
2,5-1,25	85					
1,25-0,6	44					
0,6-0,3	22					
0,3-0,15	12					
0,15-0,0	6					

Сравнительная характеристика рассмотренной методики расчета рационального состава заполнителей с известными показателями, что при одинаковых удобоукладываемости бетонных смесей и марках бетона максимальная плотность была у бетона, смесь заполнителей которых рассчитана по а. с. № 481568 [4], причем расход цемента на 1 м<sup>3</sup> бетона меньше на 100 кг.

Таким образом, предлагаемая методика расчета рационального зернового состава заполнителей для бетонов и растворов может быть рекомендована для использования в строительной индустрии, в том числе в гидротехническом и дорожном строительстве.

### Л и т е р а т у р а

1. Гордон С.С. Пески для бетонов. – М.: Госстройиздат, 1957. – 142 с. 2. Ахвердов И.Н. Основы физики бетона. – М.: Стройиздат, 1981. – 163 с. 3. Данько Г.Я. Влияние удельной поверхности заполнителей на свойства бетона. – Труды науч.-техн. конф. БПИ. Минск, 1971, с. 7. 4. А. с. 481568 (СССР). Способ определения рационального зернового состава заполнителя для бетона / Г.Я.Данько, А.И.Ли, Б.Г.Фиш. – Оpubл. в Б. И., 1975, № 31. 5. А. с. 371482 (СССР). Устройство для измерения поверхности зернистых материалов / Г.Я.Данько, Б.Г.Фиш. – Оpubл. в Б. И., 1973, № 12.

УДК 691.311

И.М.Ляшкевич, Г.С.Раптунович,  
кандидаты техн. наук (БПИ)

### О ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МОНОМИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

Материалы на основе воздушных мономинеральных вяжущих характеризуются низкими физико-механическими показателями, обусловленными макропористым характером структуры с плохо развитыми фазовыми контактами. Причины формирования такой структуры следующие: значительное количество воды затворения, необходимое для удобоукладываемости смеси, по сравнению с тем количеством ее, которое идет на химическую реакцию гидратации, и (в случае гипса и извести) быстротекущий процесс гидратации, не обеспечивающий условия упрочнения во времени сформировавшейся на начальной стадии твердения низкопрочной структуры.

Авторами настоящей статьи экспериментально показана возможность получения высокопрочных кристаллизационных струк-