

УДК 666.972

А. А. Потапов, Т. К. Акчурин

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ ПОЛИМЕРЦЕМЕНТНЫХ ВЫСОКОПРОЧНЫХ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНОВ ДЛЯ МОНОЛИТНЫХ ПОЛОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Рассмотрены вопросы получения полимерцементных высокопрочных мелкозернистых бетонов для монолитных полов промышленных зданий с использованием в качестве наполнителя и заполнителя отвальных сталеплавильных шлаков.

К л ю ч е в ы е с л о в а: отвальные сталеплавильные шлаки, полимерные добавки, прочность.

The authors consider the issues of obtaining polymer-cement high-strength fine-dispersed concrete for monolithic floors in industrial buildings with the use of dump steel-smelting slag as a filler.

К e y w o r d s : dump steel-smelting slag, polymer additives, strength.

Известно, что, несмотря на большое количество разнообразных современных строительных материалов, в конструкциях промышленных зданий широко используются высокотехнологичные монолитные полы на основе цементных бетонов и растворов. В связи с этим определенный интерес представляют высокопрочные мелкозернистые бетоны. Однако для широкого внедрения мелкозернистого бетона для монолитных полов необходимо решить ряд проблем, связанных с улучшением деформативных характеристик композита и снижением расхода цемента.

Одним из путей повышения эффективности использования мелкозернистых бетонов в качестве монолитных полов в промышленных зданиях является модификация их структуры за счет введения полимерных добавок и наполнителя, а также применения заполнителя с плотной упаковкой зерен.

Отсутствие в мелкозернистых бетонах крупного заполнителя ведет к увеличению удельной поверхности и пористости мелкого заполнителя, повышенному расходу воды и цемента и, как следствие, к увеличению усадки бетона. Введение в состав вяжущего наполнителей позволяет экономить расход клинкерной составляющей цемента и повышать его строительно-эксплуатационные характеристики.

Управлять процессом структурообразования высокопрочных мелкозернистых бетонов на макроуровне можно за счет использования в качестве мелкого заполнителя дробленного отвального сталеплавильного шлака, а на микроуровне — введения наполнителей (тонкомолотого отвального сталеплавильного шлака) в составе композиционных вяжущих [1]. При постановке и проведении исследований использовался отвальный сталеплавильный шлак завода «Красный Октябрь», который имеет следующий химический состав (% по массе):

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	SO ₃
20,61	4,79	2,18	15,31	37,56	10,56	0,12	0,22	5,08	2,93	0,46

Вяжущее получали путем совместного помола портландцементного клинкера, физико-механические свойства которого приведены в табл. 1, с минеральным наполнителем — отвальным сталеплавильным шлаком до удельной поверхности цемента, т. е. 3000...3500 см²/г.

Т а б л и ц а 1

Физико-механические свойства клинкера (ТУ 5739-001-00281223-05)

Показатель	Единица изменения	Значение
Предел прочности при сжатии в возрасте 28 сут	МПа	51,80
Предел прочности при сжатии в возрасте 3 сут	МПа	29,00
Нормальная плотность цементного теста	%	25,25
Равномерность изменения объема	мм	2,00

Химико-минералогический состав клинкера (% по массе):

MgO	CaO	SO ₃	R ₂ O	3CaOSiO ₂	2CaOSiO ₂	3CaOAl ₂ O ₃	4CaOAl ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃
1,02	0,21	0,18	0,98	65,3	12,2	5,7	14,2

Вязущее смешивали с заполнителем и вместе с водой затворения вводили латекс ВДВХМк-65Е-ВДК (сополимер винилиденхлорида, винилхлорида и малеиновой кислоты), ТУ 6-02-60-90.

В качестве пластифицирующих добавок в соответствии с ГОСТ 24211—91 «Добавки для бетонов. Общие технические требования» был использован суперпластификатор С-3 (ТУ 6-36-0204229-625-90), а в качестве мелкого заполнителя — дробленый отвалный сталеплавильный шлак с $M_{кр} = 2,5$.

Составы и результаты физико-механических испытаний композиционных вяжущих на основе портландцементного клинкера и сталеплавильного шлака представлены в табл. 2 и 3.

Т а б л и ц а 2

Составы композиционных вяжущих

Номер состава	Состав композиционного вяжущего, %		Водовязущее отношение
	Клинкер	Шлак	
1	100	—	0,34
2	90	10	0,34
3	80	20	0,33
4	70	30	0,33
5	60	40	0,32
6	50	50	0,31

Т а б л и ц а 3

Результаты физико-механических испытаний композиционных вяжущих

Номер состава	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность, МПа	
		при изгибе	при сжатии
1	2360	4,5	49,5
2	2230	3,7	41,0
3	2410	3,5	32,7
4	2415	4,1	32,1
5	2425	3,1	26,8
6	2440	2,7	14,9

Проведенные исследования показали, что с увеличением доли шлака в композиционном вяжущем снижается водопотребность бетонной смеси и прочность, но повышается плотность. Судя по полученным результатам,

оптимальным является содержание в композиционном вяжущем шлака 30 %. Такое количество позволяет получать вяжущее марки 300 и экономить 30 % клинкерной составляющей [2].

Изучение степени влияния на структурообразование цементного камня в присутствии полимерной добавки ВДВХМк-65Е-ВДК проводилось с помощью методов электронной микроскопии. Исследовались образцы контрольного раствора и модифицированного ВДВХМк-65Е-ВДК в количестве 15 % от массы вяжущего.

На рис. 1 представлены микрофотографии контрольного образца без полимера, на котором отчетливо видны отдельные песчинки, поры и цементные новообразования — продукты гидратации портландита $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и гидросиликаты мелкокристаллической структуры.

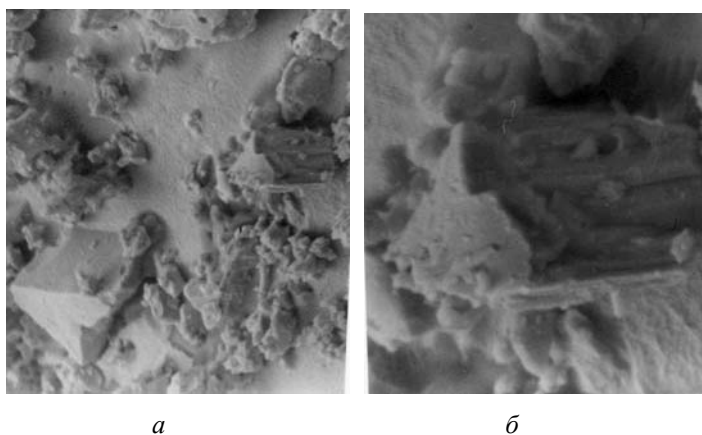


Рис. 1. Микроструктура цементного камня в возрасте 28 сут при увеличении: *а* — в 200 раз; *б* — в 2000 раз

На микрофотографиях модифицированного образца (рис. 2) отчетливо просматривается более плотная и однородная структура, где полимерная добавка равномерно обволакивает продукты гидратации по всему объему композиции, тем самым уплотняя структуру, заполняя поры и упрочняя контакт между зернами заполнителя.

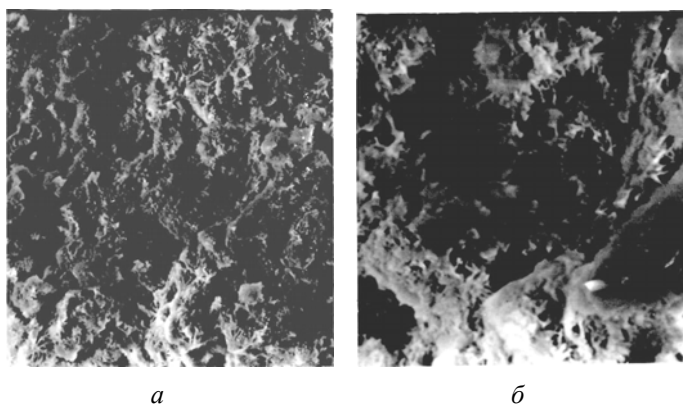


Рис. 2. Микроструктура модифицированного образца в возрасте 28 сут при увеличении: *а* — в 200 раз; *б* — в 2000 раз

Результаты рентгено-структурного анализа (рис. 3, 4) подтвердили, что фазовый состав контрольных и модифицированных образцов идентичен.

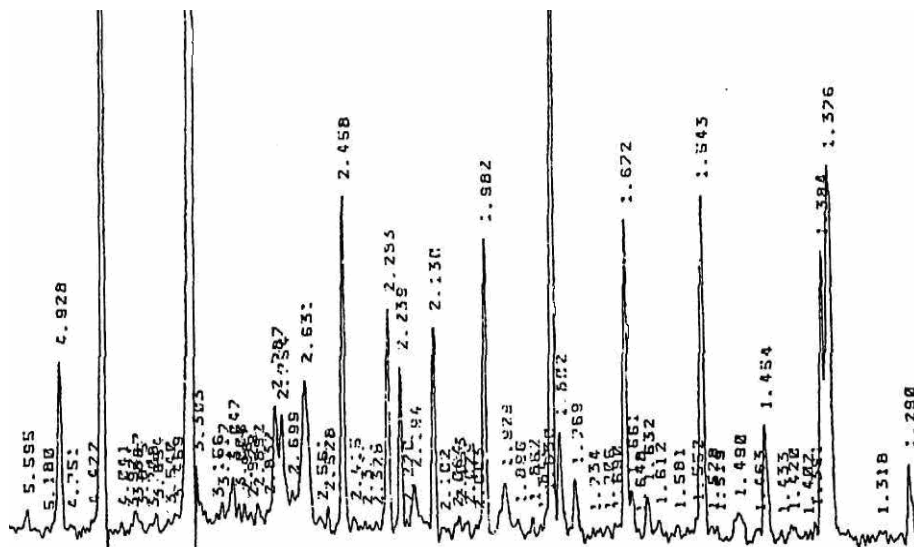


Рис. 3. Рентгенограмма контрольного образца

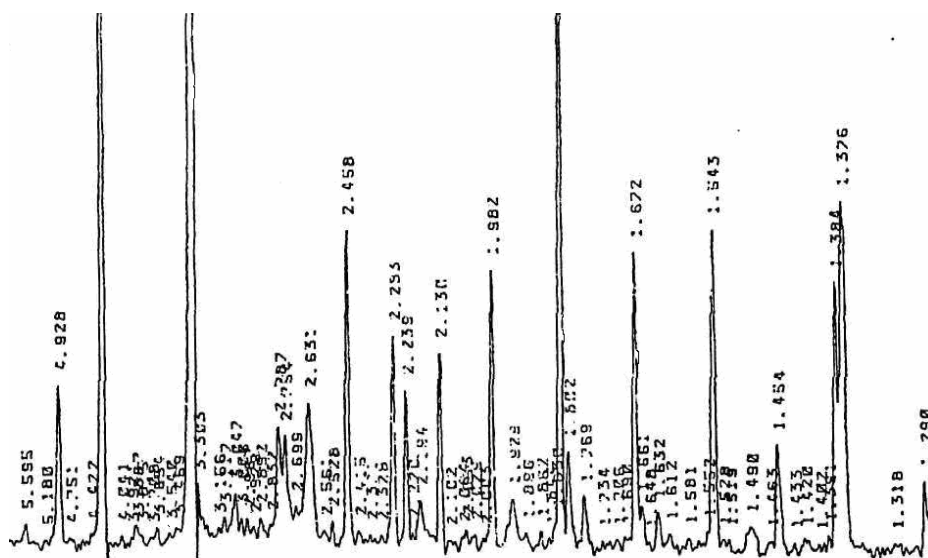


Рис. 4. Рентгенограмма модифицированного образца

В настоящее время в технологии монолитных полов на основе цементных композиций отдается предпочтение самонивелирующимся составам, так как при их использовании минимизируются трудозатраты на укладку и уплотнение.

Смеси на основе цементных вяжущих относятся к коагуляционно-кристаллизационному типу структур [3]. Непосредственно после затворения у смесей на основе цемента его мельчайшие зерна через тонкие водные прослойки объединяются в единую рыхлую пространственную сетку за счет

ван-дер-ваальсовых сил молекулярного сцепления. Благодаря этому цементные смеси, несмотря на высокое содержание воды, представляют собой вязко-пластичные тела.

Для получения саморастекающихся (самонивелирующихся) полимерцементных композиций для монолитных полов использовали суперпластификатор С-3. Для оценки реологических свойств самонивелирующихся растворов использовался вискозиметр Суттарда. С точки зрения производства работ для разработанных самонивелирующихся растворов оптимальным является диаметр распыла на вискозиметре Суттарда, равный 160 мм. Оптимальная величина добавки суперпластификатора С-3 0,6 % от массы цемента.

В исследуемых составах наполненных полимерцементных композициях соотношение между вяжущим и заполнителем было принято 1 : 2.

На основании проведенных исследований обоснована возможность повышения эффективности полимерцементных бетонов с высокими эксплуатационными свойствами путем модифицирования их структуры полимерной добавкой и тонкомолотым наполнителем; подтверждена целесообразность использования отвальных сталеплавильных шлаков; разработаны оптимальные составы полимерцементных бетонов для монолитных полов промышленных зданий с повышенными эксплуатационными свойствами: истираемостью до 0,35 г/см²; водостойкостью более 0,9; повышенной ударной стойкостью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Потапов А. А., Акчурин Т. К. Возможность использования отвальных металлургических шлаков при получении шлакощелочных вяжущих веществ // Социально-экономические и технологические проблемы развития строительного комплекса региона. Наука. Практика. Образование: материалы IV Международ. науч.-техн. конф. Волгоград : ВолгГАСУ, 2011, С. 8—11.
2. Акчурин Т. К., Потапов А. А. Полимерцементные самонивелирующиеся композиции на основе техногенных отходов // Надежность и долговечность строительных материалов, конструкций и оснований фундаментов: материалы VI Международ. науч.-техн. конф. Волгоград : ВолгГАСУ, 2011. 384 с.
3. Шейкин А. Е., Чеховский Ю. В., Бруссер М. И. Структура и свойства цементных бетонов. М. : Стройиздат, 1979, 344 с.
1. Potapov A. A., Akchurin T. K. Vozmozhnost' ispol'zovaniya otval'nyh metallurgicheskikh shlahov pri poluchenii shlahoshhelochnyh vjazhushhih veshhestv // Social'no-jekonomicheskie i tehnologicheskie problemy razvitiya stroitel'nogo kompleksa regiona. Nauka. Praktika. Obrazovanie: materialy IV Mezhdunarod. nauch.-tehn. konf. Volgograd : VolgASU, 2011, S. 8—11.
2. Akchurin T. K., Potapov A. A. Polimercementnye samonivelirujushiesja kompozicii na osnove tehnogennyh othodov // Nadezhnost' i dolgovechnost' stroitel'nyh materialov, konstrukcij i osnovanij fundamentov: materialy VI Mezhdunarod. nauch.-tehn. konf. Volgograd : VolgASU, 2011. 384 s.
3. Shejkin A. E., Chehovskij Ju. V., Brusser M. I. Struktura i svojstva cementnyh betonov. M. : Strojizdat, 1979, 344 s.

© Потапов А. А., Акчурин Т. К., 2013

Поступила в редакцию
в сентябре 2013 г.

Ссылка для цитирования:

Потапов А. А., Акчурин Т. К. Разработка эффективных полимерцементных высокопрочных мелкозернистых бетонов для монолитных полов промышленных зданий // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2013. Вып. 2(27). URL: [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/PotapovAkchurin-2013_2\(27\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/PotapovAkchurin-2013_2(27).pdf)