

© Д.т.н, профессор Ф.Л. Капустин, ассистент И.В. Рыжкова, 2012 г.
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
г. Екатеринбург

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА СМЕШАННОГО ВЯЖУЩЕГО НА СВОЙСТВА БЕЗОБЖИГОВОГО ЗОЛЬНОГО ГРАВИЯ

Существует проблема обеспечения предприятий по производству бетонных и железобетонных изделий высокопрочным щебнем и гравием. Особенно это актуально для регионов, на территории которых нет собственных месторождений высокопрочных горных пород, а перевозка заполнителей к месту их использования требует значительных расходов. Альтернативным предложением природному щебню и гравию могут быть искусственные заполнители, среди которых можно выделить керамдор, шлаковый щебень, безобжиговый зольный гравий, характеризующиеся достаточно высокой плотностью и прочностью. В отличие от обжиговых заполнителей, безобжиговые не требуют дополнительных расходов электроэнергии и топлива, а также сложных высокотемпературных установок на обжиг.

Безобжиговый зольный гравий (БЗГ) – искусственный пористый заполнитель, получаемый в виде гранул из предварительно увлажненной смеси золы-уноса и портландцемента с последующим твердением. Технология производства БЗГ в общем случае состоит из следующих операций: дозирование, смешивание (золы-уноса и цемента), увлажнение смеси и формирование гранул требуемой крупности, их гранулы подвергаются тепло-влажностной обработке (ТВО) или твердение в естественных условиях. Для изготовления БЗГ могут использоваться золы или отвалы шлакозольные смеси, образующиеся на ТЭС от сжигания бурых и каменных углей и антрацита.

Цель исследования – изучить влияние состава смешанного вяжущего на повышение прочности зольного заполнителя для использования в конструктивных бетонах.

В работе использовали следующие материалы: золу-унос Рефтинской ГРЭС от сжигания каменного угля Экибастузского бассейна (по химическому составу она является кислой, содержит до 93 % $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$, является тонкодисперсной и имеет удельную поверхность $298 \text{ м}^2/\text{кг}$) (ЗУ); портландцемент ЦЕМ I 42,5Н производства ОАО «Сухоложскцемент» (ПЦ); отсев дробления горной породы алюмосиликатного состава (ГП); доменный гранулированный шлак (ДГШ); известь строительная 2 сорта (ИЗ); сульфат натрия (Na_2SO_4) для ускорения твердения цемента.

Ранее В.И. Мичкарева для получения высокопрочного БЗГ в качестве вяжущих использовала шлакопортландцемент, известь, а А.М. Юдина – портландцемент и строительный гипс. Однако их применение сопровождалось длительной предварительной выдержкой сырцовых гранул и тепловой обработкой БЗГ [1; 2].

Для изучения влияния вида и количества минеральной добавки в составе смешанного вяжущего вещества на свойства золоцементного камня проводили помол отдельных компонентов с последующим смешиванием их с ЗУ и ПЦ в составе составляющими смеси (табл. 1).

Установлено, что с введением горной породы, ДГШ, извести водопотребность смеси уменьшается, а плотность золоцементного камня увеличивается. Наибольшую плотность показали образцы на смешанном вяжущем на основе ДГШ, низкую плотность имеет золоцементный камень с добавлением горной породы. С увеличением количества исследуемых минеральных добавок прочность золоцементного камня увеличивается рис. 1. При этом наилучшие показатели по прочности показали образцы с добавкой ГП по сравнению с ДГШ в количестве 25 %.

Таблица 1

Влияние вида и количества минеральной добавки в составе смешанного вяжущего на свойства золоцементного камня

№	Состав смеси, мас. %					Водопотребность, мас. %	Плотность зольного камня, г/см ³
	ЗУ	Смешанное вяжущее					
		ПЦ	ГП	ДГШ	Из		
1	80	20	-	-	-	56,6	1,58
2	70	20	10	-	-	50,0	1,62
3	55	20	25	-	-	44,2	1,64
4	30	20	50	-	-	36,0	1,67
5	70	20	-	10	-	50,0	1,66
6	55	20	-	25	-	45,8	1,74
7	30	20	-	50	-	35,6	1,93
8	82	15	-	-	3	44,0	1,63
9	80	15	-	-	5	44,0	1,65
10	78	15	-	-	7	44,0	1,74
11	75	15	-	-	10	44,0	1,63

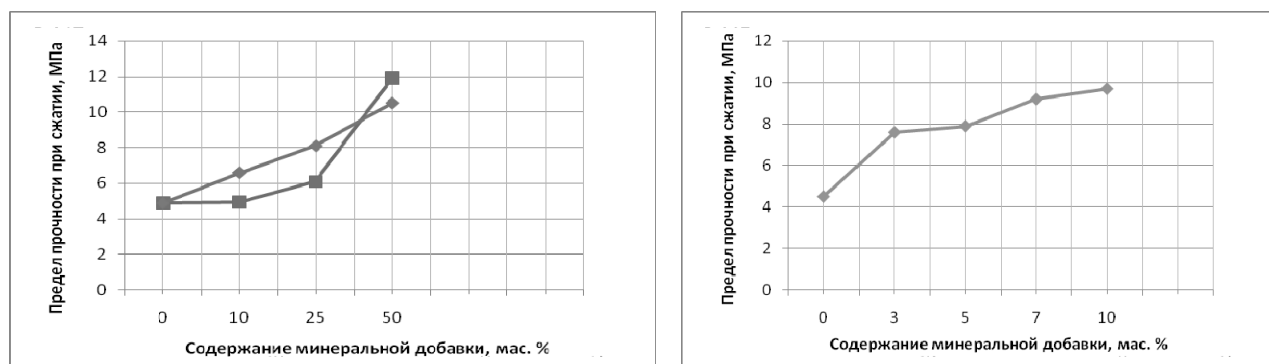


Рис. 1. Влияние минеральной добавки в составе смешанных вяжущих на прочность золоцементного камня:

—◆— горная порода; —■— доменный гранулированный шлак;
—●— известь

По результатам исследования влияния вида и количества минеральной добавки в составе смешанного вяжущего на прочность золоцементного камня были выбраны оптимальные составы смеси, которые увлажняли раствором сульфата натрия и окатывали в гранулы размером 5–20 мм, с последующей ТВО с выдержкой при температуре 85 °С в течение 6 часов (рис. 2). Установлено, что наибольшую насыпную плотность имеют гранулы состава 3 с добавкой ДГШ, зерновой состав полученного БЗГ удовлетворяет требованиям ГОСТ 9757-90 (табл. 2). Определение их физико-механических характеристик по ГОСТ 9758-86 показало, что повышенную прочность имеет состав 2 с добавкой ГП.

Таблица 2

Состав смеси и свойства сырьевых зольных гранул

№	Состав смеси, мас. %					Диаметр отверстия контрольного сита, мм		В/Т	Насыпная плотность, кг/м ³	Точечная прочность гранул, Н/гранула
	ПЦ	ЗУ	ГП	ДГШ	Из					
						5	20			
1	20	55	25	-	-	93,55	6,45	26,8	995	1,60
2	20	65	15	-	-	94,55	5,45	24,2	965	4,01
3	20	65	-	15	-	83,83	11,3	25,6	1043	3,20
4	15	78	-	-	7	80,00	7,78	25,8	967	1,33
5	20	80	-	-	-	97,42	10,25	27,1	990	2,10



Рис. 2. Безобжиговый зольный гравий

Прочность БЗГ состава 2 в 1,3 раза выше прочности БЗГ составов 1, 3, 4, 5. По ГОСТ 9757-90 полученный БЗГ имеет марку по прочности П300 и марку по насыпной плотности 900. Для дальнейших исследований был использован БЗГ состава 2 (20 % ПЦ + 65 % ЗУ + 15 % ГП + 2 % Na_2SO_4) (табл. 3).

Таблица 3

Физико-механические свойства БЗГ

Свойства	Номер составов по табл. 2				
	1	2	3	4	5
Насыпная плотность, кг/м^3	901	869	1014	748	1000
Средняя плотность, кг/м^3	1638	1624	1633	1175	1635
Предел прочности при сжатии в цилиндре, МПа	5,6	7,5	5,2	0,8	4,5
Водопоглощение, мас. %	4,60	4,20	2,81	21,59	13,75

На основе БЗГ были подобраны составы бетонов класса В25 и В40 (табл. 4). Полученный БЗГ обладает достаточной прочностью для получения бетонов класса В25, В40 (табл. 5).

Таблица 4

Состав конструкционных бетонов

Проектируемый класс прочности бетона	Расход материалов, кг/м^3						Свойства бетонной смеси	
							Подвижность, см	Плотность, кг/м^3
	Цемент	Песок	Щебень	БЗГ	Вода	С-3		
В25	334	932	-	837	191	1,8	5,0	2131
В40	511	550	-	819	210	3,06	10,5	2055

Таблица 5

Физико-механические свойства бетонов

Заполнитель	Плотность, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, МПа		Фактический класс прочности бетона
		после ТВО	через 28 суток воздушно-влажного хранения	
БЗГ	1904	23,0	38,2	B25
	2038	39,4	53,8	B40

Выводы

В ходе научно-исследовательской работы исследовано влияние состава смешанного вяжущего на повышение прочности зольного заполнителя. Установлено, что по ГОСТ 9757-90 полученный БЗГ имеет марку по прочности П300 и марку по насыпной плотности 900. Прочностные характеристики бетонов на БЗГ подобранных оптимальных составов принципиально соответствуют прочностным характеристикам бетонов класса B25 и B40.

Список использованных источников

1. Волженский А.В., Гладких К.В., Юдина А.М. Безобжиговые искусственные заполнители для легких бетонов // Строительные материалы. 1970. № 7. С. 80–81.
2. Мичкарева В.И., Спектор М.Д., Крайзер А.А. Пористые безобжиговые заполнители для легкого бетона из пылевидных зол ТЭС // Строительные материалы. 1964. № 11. С. 34–35.