

ЗОЛЬНО-ЦЕМЕНТНЫЕ КОМПОЗИЦИИ

Заика А.А.

Научный руководитель – доцент Н.А. Митина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение

Современная топливная промышленность производит большое количество энергии. Учитывая современные требования «зеленого мира» остро встает вопрос отходов твердого топлива - зол. Существуют технологии использования таких отходов, но они не покрывают большую часть имеющихся и производимых многотоннажных отходов либо в виду нерентабельности транспортировки, либо не пригодности в виду физико-химических свойств. Использование золы в качестве добавки к бетонам известно очень давно, но тип золы определяет вид бетона, в котором она может применяться. Расширяющиеся золы от сжигания бурых углей целесообразно применять в составе тампонажных растворов, и самостоятельно твердеющих смесей. Но тампонажные растворы не имеют широкого применения, в отличии от общестроительных. Применение зол в качестве самостоятельно твердеющих вяжущих композиций не допустимо вследствие непредсказуемого протекания процесса гидратации и твердения, а также последующей эксплуатации, из-за нестабильного химического и минералогического состава. Поэтому исследования по разработке составов и технологии уникальных функциональных материалов с использованием полезного минералогического состава зол являются в настоящее время весьма актуальными.

Состав и свойства золы уноса от сжигания бурых углей

Физико-химические свойства зол определяют направление их использования. В связи с высокой дисперсностью золы могут использоваться в виде активных микронаполнителей в бетоне, влияя на реологические свойства бетонной смеси и прочностные характеристики бетонного камня. Пуццолановая активность золы напрямую влияет на физико-химические процессы твердения бетонного камня.

Физико-химические свойства зол от сжигания бурых углей определяет большое количество факторов – состав исходных бурых углей, способ их сжигания, способ удаления отходов от сжигания углей и т.д. [1]

Физические свойства зол-уноса обусловлены способом её происхождения – расплавленные капли стеклофазы уносятся с печными газами и образуют микросферы. В следствии состава стеклофазы они могут иметь как ровную поверхность, так и пещеристую, ребристую и т.п. Затем вследствие технических операции или внутренних напряжений какая-то часть разрушается и образуются микросферы обломочного характера. Таким образом зола-уноса представляет собой тонкодисперсный материал, состоящий из полых микросфер, целого или обломочного характера и агрегатированных частиц. [2]

Золы-уноса от сжигания бурых углей в основном представляют собой высококальциевые золы (содержание СаО больше 10 %). В их состав может входить от 2 до 25 % клинкерных минералов, свободный оксид кальция, свободный оксид магния от 0 до 10%, сульфат кальция от 1 до 20%, стеклофаза от 15 до 60% и нерастворимый остаток от 5 до 50%. Таким образом состав высококальциевых зол отличается в широком диапазоне, поэтому для использования золы необходимо с достаточной периодичностью исследовать её состав. [3]

В связи с вышеизложенным, целью нашей работы является исследование состава представленных проб зольного материала и установление возможности применения зольного материала в качестве компонента смешанных композиций зольно-цементного вяжущего.

Методы и материалы

В ходе исследования использовались две пробы золы-уноса с разных мест золоотвала Красноярской ТЭЦ-3 (зола-уноса 1 и зола-уноса 2), портландцемент марки 42,5Б производства ООО «Топкинский цемент» (Кемеровская область), в качестве жидкости затворения использовалась вода.

Для исследования фазового состава зольных материалов использовали ДРОН-3М с использованием излучения Си-анода, шаг сканирования 4 °/мин, время измерения интенсивности в точках сканирования 1 с, напряжение на трубке 40 кВ, сила тока 30 мА. Электронно-микроскопические исследования проводились с помощью электронного микроскопа JEOL 6000. Съёмку образцов проводили с ускоряющим напряжением электронного пучка 10 – 15 кВ в условиях низкого вакуума.

Рентгенофазовый анализ зольных материалов показал наличие следующих минеральных фаз: СаО, СаSO₄, Al₂O₃·SiO₂, Fe₂O₃. Отмечается высокая удельная поверхность для проб золы-уноса 1 и 2 соответственно 4638 см²/г и 4006 см²/г. Данные по удельной поверхности подтверждаются электронной микроскопией. На рисунке 1 (а, б) представлены снимки проб зольных материалов при увеличении ×1000. Зола-унос 1 (рис. 1, а) представлена остеклованными микросферами, многочисленными тонкими зёрнами и их агрегатами. Зола-унос 2 (рис. 1, б) отличается тем, что не имеет остеклованных микросфер. Сферические образования имеют пористую структуру, как бы сложенную из отдельных тонких частиц золы.

Состав агрегатов обуславливает высокую гидравлическую активность, но низкую прочность образцов.

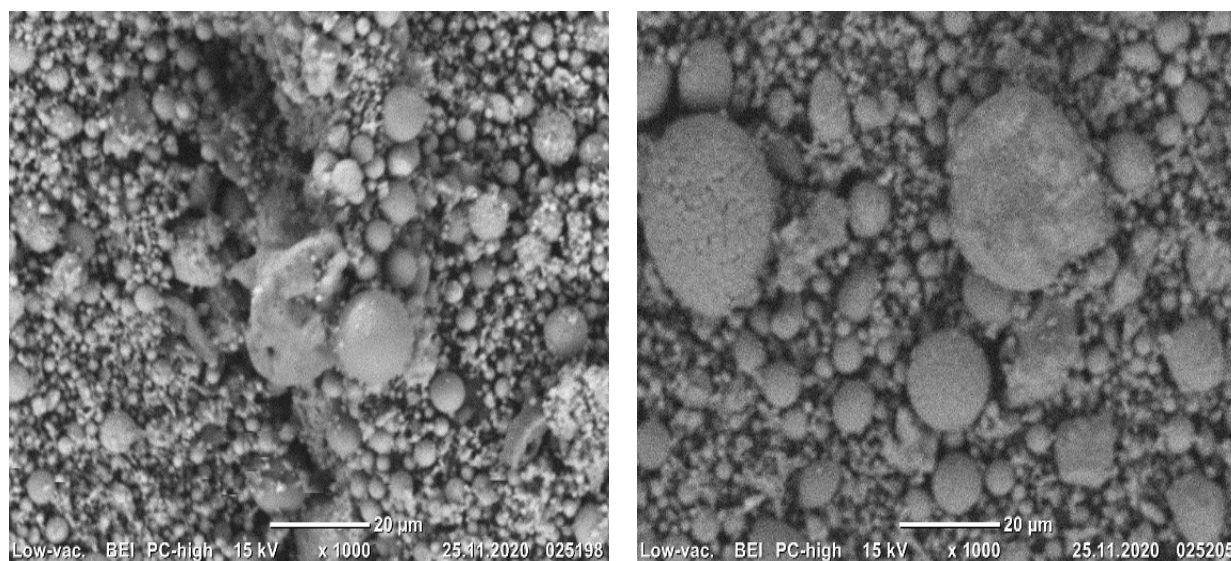


Рис. 1 Электронное фото золы-уноса: а – зола-уноса 1; б – зола-уноса 2

Исследование физико-механических характеристик образцов золо-цементных смесей

Были проведены эксперименты по взаимодействию зол-уноса Красноярской ТЭЦ-3 с портландцементом с целью определения оптимальных дозировок золы-уноса для формирования прочной материальной структуры и кристаллической решетки. Состав и свойства образцов золо-цементных композиций представлены в таблице 1.

Таблица 1

Составы и свойства золо-цементных композиций

№ состава	Количество цемента, % масс.	Количество добавки		Нормальная густота, %	Прочность при сжатии, МПа			
		Зола 1, % масс.	Зола 2, % масс.		3 сут	7 сут	14 сут	28 сут
1	100	0	0	26	11,48	23,85	36,5	48,54
2	0	100	0	25	12,91	14,68	16,28	8,45
3	90	10	0	25	51,58	38,55	47,37	55,29
4	80	20	0	25	40,58	38,77	44,35	32,48
5	70	30	0	24	36,82	39,36	42,16	44,64
6	0	0	100	25	19,48	15,54	14,36	10,82
7	90	0	10	25	51,93	46,99	52,18	52,98
8	80	0	20	25	49,79	58,94	46,44	47,94
9	70	0	30	24	39,62	45,12	57,04	36,62

В ходе исследования было установлено, что образцы чистой золы-уноса 1 показывают невысокий прирост прочности в первые 14 суток, и уменьшение прочности при сжатии на 28 суток. При добавке золы-уноса 1 в 10-20% прослеживается нестабильный рост прочности при сжатии, при добавке в 30% видно что в первые 3 суток высокая прочность при сжатии и небольшой прирост прочности при сжатии в 28 суток, но имеется общая прослеживаемая тенденция увеличения прочности при сжатии. Образцы чистой золы-уноса 2 показывают высокую прочность при сжатии в первые сутки твердения, но имеется общая тенденция уменьшения прочности при сжатии. При добавке золы-уноса 10, 20 и 30% имеется нестабильный рост прочности при сжатии.

Вывод

В результате исследований по возможности применения зольного материала в качестве компонента смешанных композиций зольно-цементного вяжущего было установлено что введение 30% добавки к портландцементу имеет стабильный рост прочности при сжатии кристаллической решетки и ускоряет процессы отверждения смеси.

Литература

1. Волженский А. В. Применение зол и топливных шлаков в производстве строительных материалов / А. В. Волженский, И. А. Иванов, Б. Н. Виноградов. М.: Стройиздат, 1984. – 247 с.
2. Кизильштейн Л. Я. и др. Компоненты зол и шлаков ТЭС. – 1995. – 176 с.
3. Савинкина М. А., Логвиненко А. Т. Золой канско-ачинских бурых углей. – Наука. Сиб. отд-ние, 1979. – 168 с.