

УДК 691.335
МОДИФИЦИРОВАНИЕ СЕРЫ И ПОЛУЧЕНИЕ НА ЕЕ ОСНОВЕ
СЕРНОГО БЕТОНА

*Т. В. БУЛАЙ, Н. М. ШАЛУХО, М. И. КУЗЬМЕНКОВ
*УО «ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Я. Купалы»
УО «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Гродно, Минск, Беларусь

Сера является одним из самых распространенных элементов и образует несколько аллотропных модификаций. Наиболее распространенной является ромбическая сера, состоящая из коронобразных восьмиатомных молекул, образующая ромбоэдральные кристаллы. Она представляет собой твердое вещество желтого цвета, нерастворимое в воде и не смачиваемое в воде. Ромбическая сера устойчива при комнатной температуре. При нагревании она плавится, превращаясь в желтую легкоподвижную жидкость, при дальнейшем нагревании жидкость загустевает, т.к. в ней образуются длинные полимерные цепочки. При медленном охлаждении расплава образуются темно-желтые игольчатые кристаллы моноклинной серы, а если вылить расплавленную серу в холодную воду, получится пластическая сера – резиноподобная структура, состоящая из полимерных цепочек.

В последнее время значительно выросло количество исследований, направленных на использование серы в качестве вяжущего для изготовления серного бетона с дальнейшей его переработкой в готовые изделия. Использовать серный бетон можно путем нанесения его на поверхность изделий для защиты их от вредного воздействия агрессивных сред, путем пропитки и для изготовления изделий из серного бетона. Одним из перспективных направлений использования серы является получение серного бетона для его применения в изготовлении строительных конструкций и изделий, подверженных агрессивному воздействию кислот и солей. Свойства серного бетона определяются, прежде всего, его внутренней структурой. Гомогенная структура серы обеспечивает плотное расположение ее молекул относительно друг друга. Присутствие наполнителя приводит к тому, что молекулы серы «скрепляют» молекулы наполнителя и заполняют внутренние пространства получаемого вещества таким образом, что пористость становится почти нулевой.

Серосодержащие материалы обладают рядом положительных свойств: высокой прочностью, плотностью, водостойкостью. Еще более лучшими свойствами будут обладать те материалы, в которых будут использоваться модифицирующие добавки, например, хлорид цинка или других металлов. Попадая в серный расплав, они взаимодействуют с серой, способствуя смещению электронной плотности в кольце, понижают энергию связи сера-сера и интенсифицируют раскрытие серной молекулы с образованием большого числа коротких радикалов. За счет введения модифицирующих добавок можно изме-

нить структуру серных элементарных ячеек, повысить реакционную способность взаимодействия с наполнителем. При этом вязкость серного расплава существенно можно понизить, что активно повлияет на свойства получаемых материалов, и процесс формирования изделий из серного бетона станет более технологичным.

На данном этапе исследования осуществляли получение серного бетона с использованием природной серы. Технологический процесс заключался в приготовлении исходной шихты, состоящей из серы и наполнителя и последующем нагревании ее при непрерывном перемешивании до температуры 140–150 °С с целью получения однородной легкоподвижной массы за счет плавления серы. Полученной бетонной смесью заполняли формы, находящиеся на вибростоле, и в результате вибрации происходило ее уплотнение. После окончания формовки бетонная серосодержащая смесь схватывалась в течение пяти минут за счет кристаллизации расплавленной серы, что обеспечивало набор марочной прочности.

Для оценки прочностных свойств серного бетона на основе природной серы изготавливали стандартные образцы. В качестве наполнителя использовался строительный песок с максимальной крупностью зерен 2,5 мм, 1,25 мм, 0,63 мм, 0,315 мм, 0,14 мм и менее 0,14 мм.

Соотношение между серой и заполнителем варьировалось в широких пределах (табл. 1).

Табл. 1. Влияние гранулометрического состава песка на прочность серного бетона

№ образца	Размер частиц песка, мм	Прочность на сжатие (1 сут), МПа	Содержание песка в бетоне, %	Плотность бетона, г/см ³
1	2,5	47,7	60	2,23
2	1,25	53,0	70	2,17
3	0,63	46,1	50	2,17
4	0,315	48,6	50	2,17
5	0,14	49,6	50	2,19
6	<0,14	45,3	50	2,24

Из данных табл. 1 видно, что предел прочности при сжатии испытанных образцов в возрасте одних суток достигает 50,0 МПа, что сопоставимо с марочной прочностью обычного бетона в возрасте 28 суток при нормальных условиях твердения. Таким образом, серный бетон обладает уникальным свойством – быстрым набором прочности. Причем он способен обладать высокими прочностными свойствами даже на пылеватых песках (табл. 1), что для традиционных бетонов на портландцементном вяжущем невозможно.

Полученные результаты исследований свидетельствуют о перспективности использования серы в качестве уникального вяжущего, обеспечивающего придание высоких эксплуатационных свойств строительным конструкциям и открывают возможность утилизации неиспользуемых отходов сернокислотных производств на предприятиях.