

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФЯНОЙ ЗОЛЫ В СОСТАВЕ
ЯЧЕИСТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Е. И. БАРАНОВСКАЯ, А. А. МЕЧАЙ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Учитывая высокую долю дорогостоящих энергоемких компонентов в ячеистобетонной смеси (известки и цемента), использование техногенных отходов, позволяющих частично либо полностью их заменить, на сегодняшний день является достаточно перспективным направлением в производстве автоклавного ячеистого бетона. Среди такого рода сырья обращает на себя внимание зола от сжигания торфа. С целью импортозамещения топливно-энергетических ресурсов в Беларуси разработана и утверждена Государственная программа «Торф». Запасы торфяных месторождений оцениваются в 4,4 млрд т. Извлекаемые при разработке месторождений запасы оцениваются в 100–130 млн т. Государственной программой предусмотрена модернизация торфяной отрасли с прогнозируемым увеличением добычи торфа топливной группы к 2020 г. до 1,5 млн т условного топлива в год, в связи с чем неизбежно возникнет задача утилизации золы от сжигания данного вида топлива. Одним из способов ее решения является использование данного отхода в составе ячеистобетонных смесей.

Таким образом, целью настоящей работы явилась разработка составов ячеистого бетона с улучшенными физико-механическими и теплофизическими характеристиками за счет целенаправленного изменения состава продуктов его твердения при использовании торфяной золы.

Результаты анализа химического и минералогического состава торфяной золы позволили установить возможность ее использования в качестве компонента ячеистобетонной смеси. Химический состав золы, являющийся достаточно стабильным при получении ее в результате сжигания торфа одного месторождения, включал, мас. %: SiO_2 – 18,33; CaO – 31,07; Al_2O_3 – 4,15; Fe_2O_3 – 29,45; MgO – 2,44; K_2O – 1,16; SO_3 – 6,22; P_2O_5 – 5,95; CuO – 0,67; ZnO – 0,56.

Рентгенофазовый анализ золы показал преимущественное содержание β -кварца, феррита кальция $\text{CaO Fe}_2\text{O}_3$, двухкальциевого алюмината $2\text{CaO Al}_2\text{O}_3$, микроклина $\text{K}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 6\text{SiO}_2$, магнетита Fe_3O_4 , пирофосфата кальция $2\text{CaO P}_2\text{O}_5$ и сульфида железа FeS . Пуццолановая активность составляла 30–32 мг CaO на 1 г золы. Установлено, что при введении в ячеистобетонную смесь торфяной золы взамен 5–10 мас. % известково-песчаного вяжущего прочность бетона на сжатие может быть увеличена в 1,2–1,5 раза [1].

Повышение прочностных характеристик ячеистого бетона с торфяной золой обусловлено изменением состава и структуры продуктов его твердения, так как минералогический состав золы позволяет предположить значительное изменение физико-химических процессов, лежащих в основе гидросиликатного твердения и формирования структуры межпоровых перегородок.

На рентгенограмме образца бетона с использованием торфяной золы отмечается значительное снижение интенсивности дифракционных отражений β - SiO_2 ($d = 0,334; 0,228$ нм), что обусловлено не только частичной заменой известково-песчаного вяжущего, но и свидетельствует о большей степени усвоения кварца за счет интенсификации физико-химических процессов, характерных для этой вяжущей системы. В результате этого формируются продукты твердения, представленные в основном тоберморитом ($d = 0,339; 0,304; 0,294; 0,223; 0,206; 0,198; 0,174; 0,165; 0,162; 0,157; 0,152; 0,138$ нм), гидросиликатами кальция группы CSH(I) ($d = 0,386; 0,330; 0,304; 0,277; 0,250; 0,192; 0,187$ нм) и гидроалюмосиликатом кальция $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ($d = 0,427; 0,304; 0,198; 0,182; 0,160$ нм).

Исследование поровой структуры бетона показало, что структура контрольного образца характеризуется наличием пор диаметром $0,35\text{--}0,75$ мм, а также отдельных деформированных пор, сообщающихся между собой и существенно искажающих геометрию межпоровых перегородок. При этом межпоровые перегородки толщиной $0,2\text{--}0,4$ мм содержат большое количество мелких пор диаметром $0,15\text{--}0,17$ мм, что снижает монолитность цементирующего вещества и прочность бетона. Бетон с использованием торфяной золы отличается более равномерной структурой с размером пор $0,6\text{--}0,8$ мм преимущественно овальной и округлой форм с более тонкими ($0,15\text{--}0,20$ мм) и плотными межпоровыми перегородками. Это является предпосылкой для повышенной прочности материала.

Таким образом, исследование процессов гидратации и твердения ячеистого бетона показало их значительное ускорение и качественное изменение в присутствии активных компонентов торфяной золы. Следствием этого является снижение основности гидросиликатов кальция, большая степень их закристаллизованности, образование кристаллогидратов, не характерных для контрольного состава, что способствует формированию пространственной кристаллической матрицы и повышению, в связи с этим, прочности структуры бетона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барановская, Е. И. Автоклавный ячеистый бетон повышенной прочности с модифицированной структурой продуктов гидросиликатного твердения: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Минск : 2013. – 25 с.