

ПЕНОБЕТОНЫ С МОДИФИЦИРОВАННОЙ СТРУКТУРОЙ

Шишкина А.А., Шишкин А.А., Щерба В.В.

Криворожский национальный университет
г. Кривой Рог, Украина

АНОТАЦІЯ: Наведено результати досліджень стійкості, в'язкості і кратності пін при використанні комплексної добавки, що складається з залізовмісної речовини і поліспиртів. Визначено умови підвищення стійкості пін і поліпшення інших її властивостей за рахунок регулювання складу комплексної добавки, наявність якої дозволить отримувати пінобетони підвищеної міцності при збереженні їхньої щільності.

АННОТАЦИЯ: Приведены результаты исследований устойчивости, вязкости и кратности пен при использовании комплексной добавки, состоящей из железосодержащего вещества и полиспирта. Определены условия повышения устойчивости пен и улучшения других её свойств за счёт регулирования состава комплексной добавки, наличие которой позволит получать пенобетоны повышенной прочности при сохранении их плотности.

ABSTRACT: The results of studies of stability, viscosity and the multiplicity of foams using complex additive consisting of iron-containing substances and polyalcohol are presented. Conditions resilience foam and improve other properties through its regulation of the complex additive, the presence of which will foam concrete with increased strength while maintaining their density are determined.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: пена, бетон, прочность, отходы, устойчивость.

Пенобетон представляет собой сложную дисперсную систему «частицы цемента – наполнитель – вода – пенообразователь – пузырьки воздуха». При этом отвердителями пены являются продукты гидратации цемента, которая осложняется адсорбцией поверхностно-активных полярных молекул пенообразователя на частицах цемента. Адсорбированные молекулы пенообразователя могут затем коллоидизироваться в адсорбционных слоях, вызывая модифицирование, выражающееся в изменении хода гидратации цемента и последующей кристаллизации.

До момента затвердевания пеноцементная смесь является гетерогенной свобододисперсной системой, включающей твердую, жидкую и газообразную фазы, в которых дисперсная фаза подвижна. Причем можно выделить две дисперсные подвижные фазы: дисперсную газовую фазу в дисперсионной среде в виде высококонцентрированного минерального коллоида, который, в свою очередь, содержит дисперсную твердую фазу в водном растворе различных веществ, представляющем собой дисперсионную среду.

Как известно, основную (порую) структуру пенобетона создает пенообразователь, который представляет собой ПАВ [1]. Для повышения устойчивости пенобетонной смеси необходимо либо повысить вязкость за счет увеличения расхода ПАВ и при этом создать условия, в которых молекулы ПАВ не будут препятствовать гидратации частиц цемента, либо укрепить стенки газовых пузырьков введением в пенобетонную смесь тонкоизмельченных твердых веществ. Такие пены называют минерализованными [1].

Таким образом, увеличение устойчивости пенобетонной смеси можно достичь, введя в пенобетонную смесь добавку, которая обеспечила бы повышение вязкости пенобетонной смеси без увеличения содержания ПАВ. Одной из таких добавок, согласно [2], являются железосодержащие минеральные комплексы, которые, адсорбируя на себе молекулы ПАВ, дают возможность частицам цемента полностью прогидратировать, тем самым укрепляются стенки пор и повышается прочность пенобетона.

Однако использование железосодержащих минералов в производстве пенобетона сопровождается определенными трудностями, главной из которых является определение источника железосодержащих минералов, пригодных для производства пенобетона.

Чтобы определить рациональный источник железосодержащих минералов, необходимо учитывать, что они должны обладать определенными свойствами, позволяющими применять их в производстве пенобетона, а именно: высокой дисперсностью и достаточно низким содержанием железа. На протяжении достаточно большого отрезка времени в научной и даже нормативной литературе [3-5] освещается вопрос использования отходов горнообогатительных комбинатов (ГОК) Украины. Данные отходы авторами указанных исследований разделены на песчаную и тонкодисперсную фракции, и убедительно доказана эффективность использования тонкодисперсной фракции удельной поверхностью 30...40 м²/кг. В действительности же такой фракции, как отдельного материального ресурса, не существует. Для ее получения необходимо устройство классификаторов, описанных в работе [3], т.е. если ликвидируется такая технологическая операция как помол минерального наполнителя пенобетона, то возникает технологическая операция выделения тонкодисперсной фракции из общего объема отходов ГОК.

Решением проблемы повышения прочности пенобетона может быть применение заполнителей непрерывной гранулометрии. Так, по данным [6], непрерывная гранулометрия дисперсной системы, какой является бетонная смесь, создает структуру с плотной упаковкой, что обеспечит повышение прочности стенок воздушных пор в пористом бетоне (в частности пенобетоне) и, как следствие, повышение его прочности. С точки зрения такого подхода к свойствам заполнителя пенобетона лежалые отходы ГОК, не подвергавшиеся классификации на песчаную и тонкодисперсную фракции, имеющие непрерывный гранулометрический состав, наиболее подходят для получения пористых бетонов.

Однако в работе [2] показано, что введение в пенобетонную смесь железосодержащих минералов приводит к адсорбции ними ПАВ, что соответствует результатам, приведенным в [7] и обеспечивает повышение степени гидратации цемента и, как следствие, повышение прочности пенобетона.

В то же время, согласно [8], во фракциях отходов ГОК, соответствующих тонкодисперсной фракции (по классификации [3-5]) содержание раскрытых железистых минералов (магнетита и гематита) ограничивается несколькими процентами, следовательно, данные фракции отходов не могут эффективно адсорбировать ПАВ, т.е. не могут быть эффективными наполнителями пенобетонов.

На основании проведенных исследований установлено, что для обеспечения надежной адсорбции молекул ПАВ наполнителем пенобетона, в его состав необходимо вводить некоторое количество железосодержащих минералов. Для того, чтобы уменьшить их количество в бетоне, было предложено получать специально приготовленный компонент наполнителя пенобетона, который получали путем совместного помола стеклобоя и железистых минералов (в условиях опыта – оксид железа).

В данном случае на поверхности частиц стеклобоя образовывается слой силикатов железа, что соответствует результатам исследований [7], которые и служат адсорбентом для молекул ПАВ.

Проведенными экспериментами доказана эффективность добавки стеклобоя, активированного оксидами железа, в наполнитель пенобетона.

Анализ литературных данных [2] показал, что прочность закрепления и устойчивость хемосорбированных железистыми минералами карбоксильных молекул ПАВ значительна.

Как известно [2], укрепление стенок пор пенобетона изнутри достигается введением в систему полиспирта. Так как полиспирт гидрофобен и относится к пеногасителям, он проникает внутрь воздушного пузырька и закрепляется на внутренней его поверхности. Оксиды кальция, которые образуются в процессе гидратации цемента и проникают на внутреннюю поверхность пузырька, образуют кальциевые соли полиспирта, которые изнутри укрепляют его стенки.

Олеаты железа, получающиеся вследствие адсорбции ПАВ на поверхности железосодержащего компонента (активированного оксидами железа стеклобоя), также проникнут внутрь воздушного пузырька и закрепятся на его стенках. То есть стенки пузырька будут изнутри укреплены как олеатами железа, так и кальциевыми солями полиспирта.

Целью проведенных исследований было определение влияния комплексной добавки, представляющей собой систему «активированный оксидами железа стеклобой – полиспирт» в системе «цемент – вода – минеральный наполнитель».

В исследованиях были использованы: портландцемент ПАО «Кривой Рог цемент» и шлакопортландцемент ПАО «Днепроцемент», которые отвечают требованиям ДСТУ Б В.2.7-46. В качестве наполнителя применяли лежалые отходы обогащения железных руд Криворожских горно-обогатительных комбинатов. В качестве железосодержащего компонента комплексного стабилизатора, применена окись железа – FeO.

В качестве полиспирта применялся пропантриол - 1, 2, 3. Как поверхностно-активное вещество был принят пенообразователь ПО-2.

Результаты исследований, приведенные на рис. 1, показали, что введение в состав наполнителя пенобетона активированного стеклобоя и полиспирта обеспечивают прирост прочности межпорового материала пенобетона, что приводит к повышению прочности пенобетона.

При этом увеличение содержания активированного железом стеклобоя в составе наполнителя до 50% приводит к увеличению прочности материала. Дальнейшее же увеличение активированного стеклобоя приводит к снижению прочности.

Введение полиспирта также приводит к увеличению прочности полученного материала. При этом его влияние на прочность полученного материала более значительна по сравнению с активированным стеклобоем, но наибольшее проявление активности полиспирта наблюдается в присутствии активированного стеклобоя и его содержания в количестве 50% от массы наполнителя бетона.

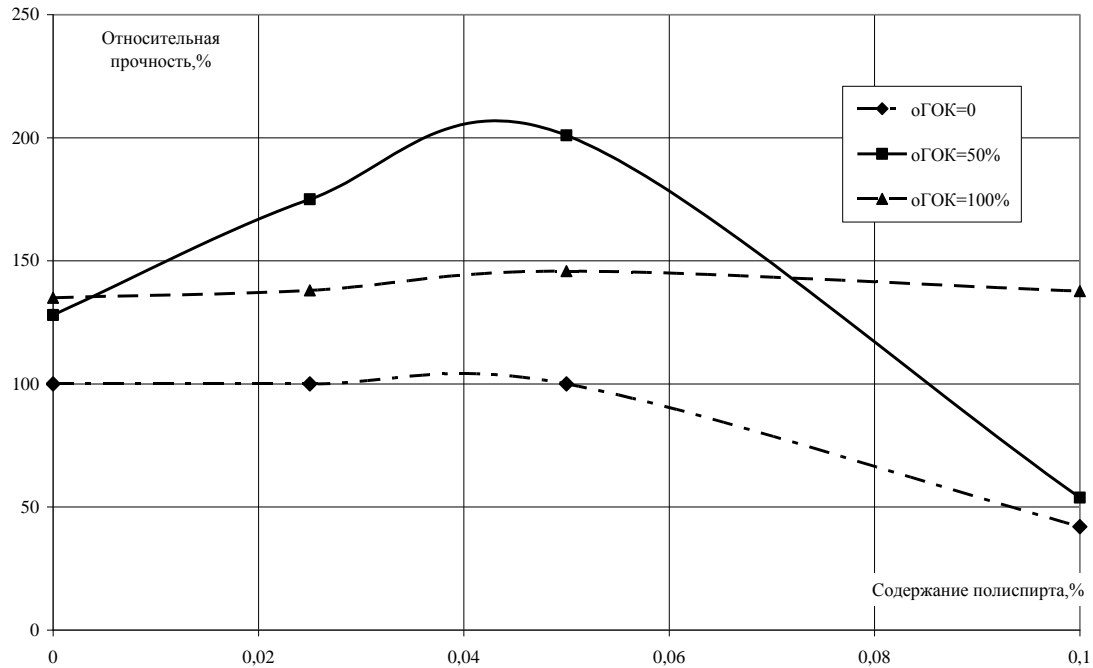


Рис. 1. Влияние содержания полиспирта на прочность межпорового материала пенобетона

ВЫВОДЫ

1. Введение в состав наполнителя пенобетона, состоящего из лежалых отходов ГОК активированного железом стеклобоя, а также совместное введение с указанным смешанным наполнителем полиспирта приводит к повышению прочности материала межпоровых перегородок пенобетона.

2. Оптимальное содержание полиспирта составляет 0,05 % от массы цемента, а активированного железом стеклобоя – 50% от массы наполнителя пенобетона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Меркин А.П. Непрочное чудо / Меркин А.П., Траубе П.Р. - М.: Химия, 1983. - 224 с., ил.
2. Шишкіна О.О. Властивості і технологія пінобетону, модифікованого оксидами заліза: дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / Шишкіна Олександра Олександрівна. – Кривий Ріг, 2010. – 180 с.
3. Пухальский Г.В. Свойство бетонов на песках из отходов горно-обогатительных комбинатов / Г.В. Пухальский, Г.Н. Бондаренко // Бетон и железобетон. – 1973. – № 5. – С. 26-28.
4. Бондаренко С. Ячеистые бетоны на основе тонкодисперсных отходов горно-обогатительных комбинатов [электронный ресурс] / Бондаренко С. // Теоретичні основи будівництва. – 2009. - №17.— Режим доступу до журн. : https://www.nbu.gov.ua/portal/natural/tob/2009_17/stati/14-bondarenko%2520s.pdf.
5. Будівельні матеріали. Пісок кварцево-залізистий і тонкодисперсна фракція для будівельних робіт з відходів гірничо-збагачувальних комбінатів України. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-33-2001. — [Чинний від 2001-10-31]. — К.: Держспоживстандарт України 2001. — 13 с. — (Національний стандарт України).
6. Батудаева А.В. Высокопрочные модифицированные бетоны из само-выравнивающихся смесей / А.В. Батудаева, Г.С. Кардумян, С.С. Каприелов // Бетон и железобетон, 2005. - № 4. -С. 14-18.
7. Вопросы теории и технологии флотации: Труды института Механообр. – Вып. 124. – Л.: Отраслевое бюро технической информации института Механообр, 1959. – 392 с.
8. Евтехов Е.В. Влияния условий складирования хвостов на качество техно-генных железных руд Криворожского бассейна / Евтехов Е.В. // Геолого-мінералогічний вісник. – 2004. – № 1. - С. 31 – 39.

Статья поступила в редакцию 30.01.2013 г.