

ВЛИЯНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ НА СВОЙСТВА ТВЕРДЕЮЩЕГО ПЕНОБЕТОНА

Мартынов В.И., д.т.н., доцент,
Ветох А.М., к.т.н., доцент,
Антонюк Н.Р., к.т.н., доцент,
Бойко Т.В., к.т.н., доцент,
Одесская государственная академия строительства и архитектуры
vetoh.ogasa@gmail.com

Аннотация. В статье обосновано, что композиционные строительные материалы по всем признакам относятся к самоорганизующимся системам. Учитывая такие свойства самоорганизующихся систем как открытость, динамичность, делает их «чувствительными» к внешним воздействиям, поэтому весьма эффективно применение различных способов активаций с целью регулирования свойствами материалов.

Приведен детальный анализ литературных сведений о видах и способах активации сырьевых материалов и растворной смеси. Особое внимание уделено акустической обработке водных и цементно-водных растворов. Приведены результаты экспериментальных исследований, которые свидетельствуют о влиянии акустической энергии, подводимой в период структурообразования пенобетона на изменение его физико-механических свойств. Показана перспективность и намечены пути дальнейших исследований.

Ключевые слова: структура, ячеистый бетон, акустическая активация, композиционные строительные материалы, пенобетон, точки бифуркаций, самоорганизующаяся система.

ВПЛИВ АКУСТИЧНОЇ АКТИВАЦІЇ НА ВЛАСТИВОСТІ ПІНОБЕТОНУ, ЩО ТВЕРДІЄ

Мартинів В.І., д.т.н., доцент,
Ветох О.М., к.т.н., доцент,
Антонюк Н.Р., к.т.н., доцент,
Бойко Т.В., к.т.н., доцент,
Одеська державна академія будівництва та архітектури
vetoh.ogasa@gmail.com

Анотація. У статті обґрунтовано, що композиційні будівельні матеріали за всіма ознаками відносяться до самоорганізуючих систем. Враховуючи такі властивості самоорганізуючих систем як відкритість, динамічність, робить їх «чутливими» до зовнішніх впливів, тому досить ефективно застосування різних методів активаций з метою регулювання властивостями матеріалів.

Наведено детальний аналіз літературних джерел про види і способи активации сировинних матеріалів і розчинної суміші. Особливу увагу приділено акустичній обробці водних і цементно-водних розчинів. Наведено результати експериментальних досліджень, які свідчать про вплив акустичної енергії, що підводиться в період структуроутворення пінобетону на зміну його фізико-механічних властивостей. Показана перспективність і намічені шляхи подальших досліджень.

Ключові слова: структура, ніздрюватий бетон, акустична активация, композиційні будівельні матеріали, пінобетон, точки біфуркації, самоорганізуюча система.

INFLUENCE OF ACOUSTIC ACTIVATION ON THE PROPERTIES
OF FOAM CONCRETE

Martinov V.I., D.Sc., Assistant Professor,

Vietokh A.M., PhD., Assistant Professor,

Antoniuk N.R., PhD, Assistant Professor,

Boyko T.V., PhD, Assistant Professor,

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

vetoh.ogasa@gmail.com

Abstract. In the article it is justified that composite building materials refer to self-organizing systems in accordance with all indications. Considering such properties of self-organizing systems as openness and dynamism, which make them «sensitive» to external influences, it is very effective to use various activation methods for the purpose of regulating the properties of materials.

A detailed analysis of the literature review on the types and methods of activation of raw materials and a solution mixture is given. Particular attention is paid to the acoustic treatment of aqueous and cement-water solutions. Ultrasonic treatment allows the dispersion of particles of the mixture, as well as intensification of the processes of mixing and homogenization.

The results of experimental studies are presented that indicate the influence of acoustic energy supplied during the period of the formation of foam concrete on the change of its physical and mechanical properties. The prospects are shown and the ways of further research are outlined.

Keywords: structure, foam mortar, acoustic activation, composite building materials, foam concrete, bifurcation points, self-organizing system.

Введено. Процесс структурообразования строительных материалов сопровождается явлениями самоорганизации. Явления самоорганизации и образование самоорганизованных систем изучаются в рамках синергетики. Синергетика [1] (происходит от греческого «синергос», что означает «вместе действующий») носит междисциплинарный характер, в рамках которой изучаются явления образования пространственно-временных структур в самых разнообразных системах: физических, химических, биологических, социальных, экологических и пр. Таким образом, для исследователей предоставляется возможность, используя метод аналогий применять знания, законы и закономерности синергетики для систем различной природы.

Основоположники синергетики Г. Хакен и И. Пригожин отмечают, что основными признаками и свойствами самоорганизующихся систем являются: динамичность, открытость, неравновесность и корпоративность происходящих в них процессах. Особенностью поведения динамических систем является их нелинейное поведение, что проявляется в множественности траекторий их развития. Однако из этого множества существует определенный набор состояний, в которых система находится в устойчивом состоянии (дискретность путей формирования). При создании строительных материалов эти особенности самоорганизующихся систем должны учитываться технологом. Открытость системы обеспечивает ее связь с окружающими системами. Это предопределяет ее чувствительность к различным внешним воздействиям в особенности в периоды, когда система находится в неуравновешенном состоянии, т.н. точки бифуркаций. При синтезе строительных материалов эти периоды совпадают с периодом формирования их устойчивой структуры. Учитывая эти свойства самоорганизующихся систем весьма эффективно применение различных способов внешних воздействий с целью регулирования свойствами материалов.

Анализ последних исследований и публикаций. Процесс активации – это сложный многоступенчатый процесс изменения энергетического состояния материалов в условиях подвода различных видов энергии. Скорость протекания процесса активации зависит от скорости приложения нагрузки, вида механического воздействия, от состояния материала.

На активационную способность измельчаемого материала влияет структура кристаллической решетки, различные виды излучений, сопровождающие процесс измельчения, изменение вида химических связей на поверхностных и глубинных слоях вещества, электризация поверхности и прочее [2, 3].

Одним из первых мест среди способов активации занимают механическая и механохимическая активации [4-6].

Цели и задачи исследования. Целью исследования является управление процессом организации структуры и свойствами пенобетона акустической активацией пенобетонной смеси.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– провести анализ способов активации композиционных строительных материалов на основе минеральных вяжущих;

– изучить влияние режимов акустической активации сырьевых материалов и пенобетонной смеси на изменение характера структуры и свойства пенобетона.

Результаты исследований. Молчанов В.И. и Юсупов Т.С. [7] в своих трудах отмечают, что обычно под механической активацией подразумевают процессы, в результате которых повышается способность твердого тела реагировать с другими веществами. Несмотря на разрушения в кристаллической структуре и дефектность, химический состав при активации не изменяется. Применение механоактивации в цементных системах известно давно. Диспергирование и механическая активация оказывает большое влияние на поверхностные свойства минералов и пород: происходит заметное изменение физических свойств и химической активности вещества [8]. Это объясняется не только увеличением удельной поверхности и уменьшением размеров частиц, но и изменением структуры, в частности, аморфизацией поверхностных участков за счет протекания механохимических процессов. При механическом измельчении материалов с помощью мельниц ударного действия происходит разрыв химических связей с образованием на поверхности частиц свободных атомных групп и радикалов. За счет этого повышается поверхностная активность частиц, создаются благоприятные условия для протекания физико-химических процессов на границе раздела фаз.

Повышение прочности ячеистых бетонов осуществляется за счет упрочнения межпоровых перегородок и изменения структуры. Для этого применяют механохимическую активацию компонентов сырьевой смеси. Тема механохимии и механоактивации достаточно широко рассматривается в исследованиях отечественных и зарубежных авторов. Результаты воздействия механохимических превращений на главный строительный материал – цемент можно найти в трудах Вырового В.Н., Барабаша И.В., Мартынова В.И., Чернова А.Н., Урьева Н.Б., Дубинина И.С, Шишкина А.А, Астахова Н.В. и др.

Еще одно направление, нашедшее широкое освещение в научной литературе и воплощенное в массовом производстве строительных материалов и изделий акцентировано на использование дезинтеграторов, как механоактиваторов. Во многих исследованиях отмечено, что наибольшую активность имеют продукты, измельченные в специальных энергонапряженных мельницах – вибрационных, планетарно-шаровых, струйных мельницах вихревого слоя, дезинтеграторах. Исследования показали, что именно помольные агрегаты, реализующие «свободный» удар, способны в наиболее полной мере реализовать потенциал механохимической активации в гидравлических вяжущих. Исследования области удара, проведенные К. Мейером и Е. Линке, показали, что образуется ярко выраженная частично разупорядоченная структура. Многообразие физических явлений, сопровождающие удар или трение, превращаются в химические явления. Механоактивация инициирует излучение электромагнитных волн в широком диапазоне, в том числе звуковых и световых, возникающих при ударе или трении, и тогда их механизм можно уподобить фотохимическим или радиохимическим реакциям. В результате выделяется тепло, вызывающее разогрев измельчаемого материала, что стимулирует эмиссию электронов и создаёт разность потенциалов, приводит к нарушению сплошности материала и увеличению свободной

поверхности вещества. Через нарушение сплошности измельчаемого материала происходит разрыв химических связей вещества (механолиз, механокрекинг и т.п.). Образующиеся при этом некомпенсированные химические связи или свободные радикалы обладают запасом «избыточной энергии». Механохимические реакции развиваются вследствие искажения и дефектов кристаллической решетки. Энергия дефектов и дислокаций служит движущей силой механохимических превращений.

В составе физического метода активации большой интерес представляет ультразвуковая обработка водных и цементно-водных растворов [9-11]. Ультразвуковая обработка позволяет диспергировать частицы смеси, а также интенсифицировать процессы смешения и гомогенизации.

Для выявления влияния акустической обработки на характер изменения структуры и свойств неавтоклавного пенобетона был проведен эксперимент, в котором изучалось влияние акустической активации на свойства пенобетона с заданными параметрами частоты колебания в разные сроки твердения. В этом эксперименте изготавливалась пенобетонная смесь со следующими характеристиками: В/Ц=0,4, диаметр расплыва раствора 280мм. После этого приготавливали пенобетонную смесь плотностью 600 кг/м³ и помещали ее в акустическую камеру с параметрами акустической обработки 200 Гц и воздействовали на пенобетонную смесь на 20 и 80 минут после формирования на протяжении 60 секунд. После этого образцы выдерживались в камере нормального твердения и испытывались на 3, 7, 14 и 28 суток набора прочности. Было изготовлено 36 образцов. В каждый срок испытывалось по 3 образца, которые предварительно высушивались до постоянной массы и испытывались на 5 тонном прессе.

Результаты эксперимента (рис. 1) свидетельствуют о влиянии акустической активации, подводимой в период структурообразования пенобетона на изменение его физико-механических свойств. Пенобетон, подвергнутый акустическим воздействиям, на третьи сутки обладает прочностью на 26% больше чем не активированный. Также наблюдается повышенная влажность образцов (рис. 2), что является подтверждением изменения структуры пенобетона и доказывает, что в активированном пенобетоне преобладает условно замкнутая пористость.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. В результате анализа литературных источников, разновидностей способов активации композиционных строительных материалов на минеральных вяжущих и другой информации, выбраны способы и режимы активации сырьевых материалов и растворной смеси для производства пенобетона.

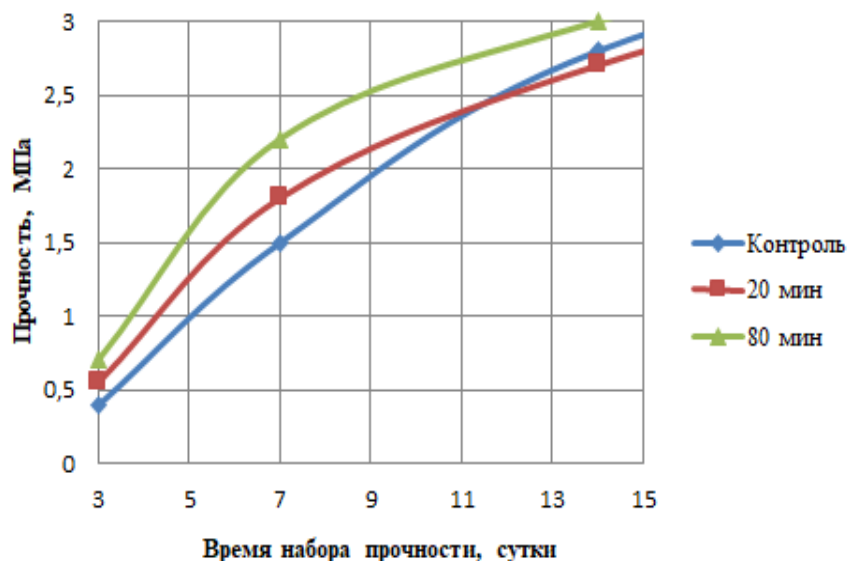


Рис. 1. Влияние акустической активации на прочность пенобетона

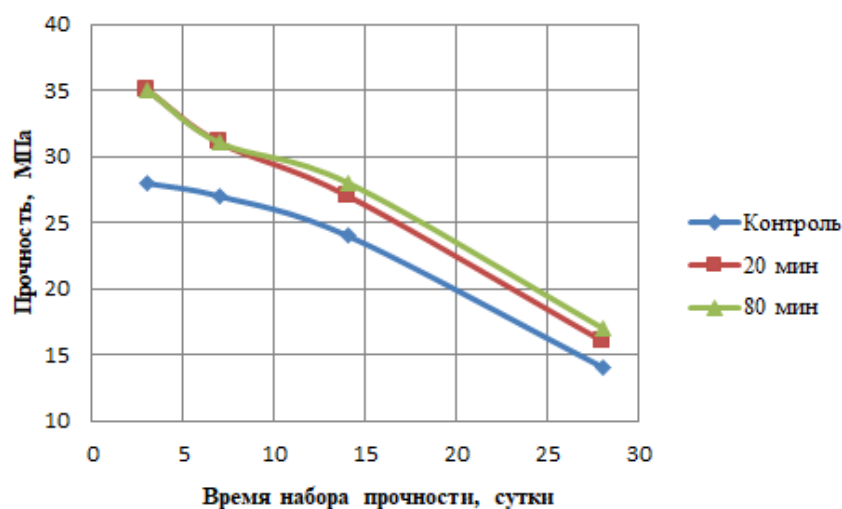


Рис. 2. Влияние акустической активации на влажность пенобетона

Активация пенобетонной смеси в акустическом поле благоприятно сказывается в ранние сроки твердения пенобетона. Пенобетон подвергнутый акустическим воздействиям на третьи сутки обладает прочностью на 26% больше, чем не активированный.

На основании полученных экспериментальных данных были обозначены направления будущих работ по изучению влияния частоты колебаний, интенсивности звука, длины звуковой волны и эффектом резонанса на изменение структуры и свойств пенобетона.

Литература

1. Хакен Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах / Г. Хакен. – М.: Мир, 1985. – 420 с.
2. Молчанов В.И. Активация минералов при измельчении / В.И. Молчанов, О.Г. Селезнева, Е.Н. Жирнов. – М.: Недра, 1988. – 208 с.
3. Моргулис М.А. Тонкое измельчение материалов / В.И. Молчанов, Ф.А. Дранникова, Г.А. Федоров // С сб. ВНИИСМ. – М.: Госстройиздат, 1959. – С. 287-295.
4. Хайнеке Г. Трибохимия: пер. с нем. / Г. Хайнеке. – М.: Мир, 1987. – 584 с.
5. Выровой В.Н. Композиционные строительные материалы и конструкции: структура, самоорганизация, свойства / В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, В.Г. Суханов. – Одесса: ТЭС, 2010. – 170 с.
6. Выровой В.Н. Механоактивация в технологии бетонов / В.Н. Выровой, И.В. Барабаш, А.В. Дорофеев, И.Н. Бабий, Т.И. Барабаш, В.Д. Матковский, А.И. Ворохаев, С. Гуревич. – Одесса: «ОДАБА», 2014. – 147 с.
7. Молчанов В.И. Физические и химические свойства тонкодиспергированных минералов / В.И. Молчанов, Т.С. Юсупов. – М.: Недра, 1981. – 160 с.
8. Ружинский С. Все о пенобетоне / С. Ружинский, А. Портник, А. Савиных // Издание второе улучшенное и дополненное. ООО «Строй-бетон». – Санкт-Петербург, 2006. – 525 с.
9. Newman J. Advanced Concrete Technology / J. Newman, B.S. Choo // Constituent Materials. – Elsevier, Oxford, 2003. – 704 p.
10. Hana A. Yousif. Stability and Compactibility of Super plasticized Concrete Subjected to Re vibration / Hana A. Yousif // Journal of Engineering and Technology, University of Technology. – Baghdad, Iraq, 1999. – No.5, Vol.18. – P. 467-474.
11. Акустическая технология бетона / И.Н. Ахвердов, Б. Плющ, В.М. Глущенко и др. – М.: Стройиздат, 1976. – 145 с.

Стаття надійшла 15.05.2018