

3.3 Физика и техническая механика

УДК 534.321.9+621.762.4

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНОВ, ПОЛУЧЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНОАКТИВИРОВАННОГО ШУНГИТА

*Шилин А.Д.^{1,2}, доц., Шилина М.В.³, доц., Рубаник О.Е.¹, ст. преп.,
Ломач М.С.¹, асс., Марушко Е.И.¹, студ.*

¹*Витебский государственный технологический университет,*

²*Институт технической акустики НАН Беларуси,*

³*Витебский государственный университет им. П.М. Машерова,*

г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. В статье рассмотрено применение ультразвуковых колебаний для обработки шунгитового наполнителя в его 3 %-ных суспензиях с нафталинсульфоновым суперпластификатором СЗ и свойства портландцементных бетонов, содержащих суспензии шунгита.

Ключевые слова: ультразвук, шунгит, бетон.

Наличие в шунгитовых породах минеральных фаз различной полярности (неполярная углеродная, полярные силикаты, алюмосиликаты и др.) дает возможность им совмещаться с веществами как неорганической, так и органической природы. По этой причине шунгит может быть использован в качестве наполнителя как полимерных композиционных материалов, так и портландцементных бетонов. Наиболее седиментационно и кинетически устойчивыми являются суспензии шунгита в водном растворе стабилизирующей добавки поверхностно-активного вещества (ПАВ), суперпластификатора СЗ, полученные двухстадийным процессом измельчения шунгита и ПАВ в вибромельнице с последующей обработкой в течение 15 мин ультразвуком частотой 22 кГц и мощностью 4 кВт. После ультразвукового диспергирования суспензии являются сложными динамическими системами, однако и в них возможны процессы агрегации и седиментации из-за разности плотностей дисперсионной среды и дисперсной фазы, что предполагает их способность к самопроизвольным изменениям структуры под влиянием внутренних и внешних факторов. Применение стабилизирующей добавки СЗ обеспечивает более высокую жизнеспособность системы и позволяет управлять структурными параметрами дисперсных систем при введении частиц шунгита малой размерности.

На данном этапе выполнения работы содержание шунгита в цементно-песчаных смесях (ЦПС) снижали до 0,001 % от массы цемента, поскольку с уменьшением размерности частиц наполнителя, эффективность модифицирования бетона проявляется при его минимальном количестве.

Изучение марочной прочности бетонов в широком интервале содержания шунгита показало, что твердение модифицированного мелкозернистого бетона происходит по типу бездобавочных бетонов. Ранее было установлено, что для бетонов, полученных при водоцементных отношениях (в/ц) – в/ц -0,36 и в/ц -0,38, введение наномодифицированного шунгита в количестве 0,01–1 % существенного эффекта повышения марочной прочности не показало, наблюдался лишь небольшой пик увеличения σ сж. (на 5 %) при содержании шунгита ~0,05 %. При увеличении интервала содержания добавки до 0,001–1 % (рис. 1) установлено, что при в/ц -0,38 зависимость σ сж. от содержания шунгита имеет экстремальный вид с 2 максимумами, наблюдаемыми при содержании шунгита 0,005 и 0,03 %, прочность бетонов при этом превышала σ сж. бездобавочного на 13 % (рис. 1).

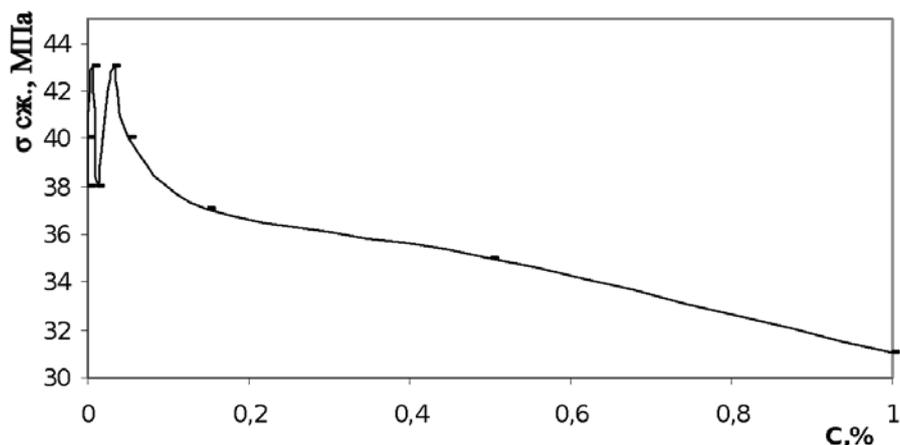


Рисунок 1 – Влияние содержания шунгита (С, %) в составе мелкозернистого бетона на его марочную (28 сут.) прочность, в/ц -0,38

Одной из важнейших задач современного бетоноведения является поиск эффективных технологических приемов, позволяющих не только повышать физико-механические свойства бетонов, но и оказывать положительное влияние на их водонепроницаемость и водостойкость. Результаты ряда исследований показали [1, 2], что мелкозернистый бетон с шунгитовым наномодификатором, в отличие от бездобавочных, характеризуется повышенной водонепроницаемостью и водостойкостью. Характеристикой, связанной непосредственно с открытой и закрытой пористостью, то есть со структурой материала, является водопоглощение бетонов (рис. 2).

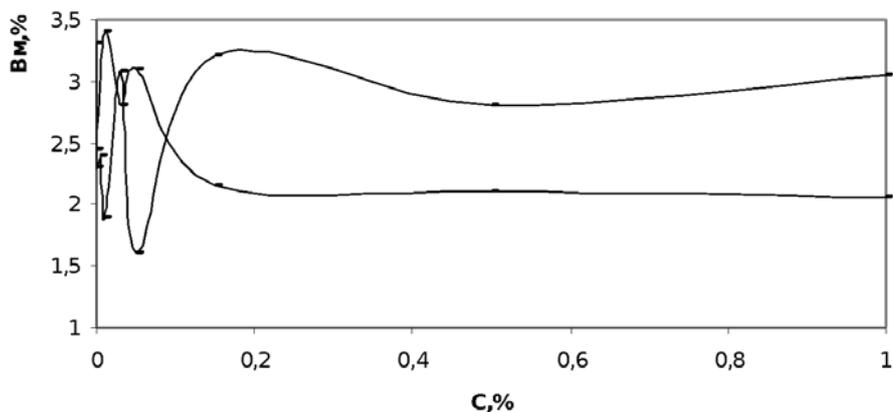


Рисунок 2 – Влияние содержания шунгита (С, %) на водопоглощение (Вм, %) добавочных мелкозернистых бетонов, 1 – в/ц -0,36, 2 – в/ц -0,38

Как видно из рисунка 2, наибольший эффект снижения величины водопоглощения (в 1,8–2 раз), по сравнению с бездобавочными бетонами, наблюдался при в/ц -0,38 в шунгитсодержащих составах, содержащих 0,01 и 0,05 % добавки (Вм – 1,6–1,9 %) (рис. 2, кр. 2). Для в/ц -0,36 таких экстремальных зависимостей Вм от содержания шунгита не наблюдалось (рис. 2, кр.1), несмотря на то, что общие величины водопоглощения при в/ц -0,36 ниже.

Полученные результаты коррелировали и с данными по определению прочностных свойств модифицированных бетонов после хранения в воде (рис. 3). Зависимости прочности бетонов, полученных при в/ц -0,38, от содержания шунгита после 28-суточной экспозиции в воде также носят экстремальный характер с максимумами при содержаниях шунгита 0,01 и 0,05 % (рис. 3, кр. 2), при этом прочность модифицированных бетонов возрастает, по сравнению с контрольными образцами, в среднем на 20–25 %. Для образцов

модифицированных бетонов, полученных при в/ц -0,36, характерен устойчивый рост прочности с максимальным ее значением 50,6 МПа при содержании шунгита – 0,5 % (рис. 3, кр. 1).

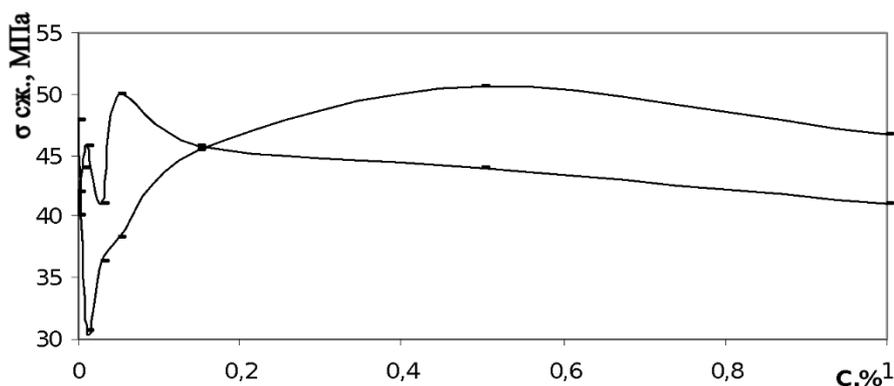


Рисунок 3 – Влияние содержания шунгита (С,%) на прочность при сжатии (σ сж., МПа) добавочных мелкозернистых бетонов после 28-суточного хранения в воде, 1 – в/ц -0,36, 2 – в/ц -0,38

Резюмируя сказанное, можно отметить, что использование в составах портландцементных мелкозернистых бетонов суспензий шунгита в водном растворе суперпластификатора С3, полученных двухстадийным процессом его измельчения с С3 в вибромельнице с последующей обработкой в течение 15 мин ультразвуком с частотой 22 кГц, мощностью 4 квт, является перспективным. Седиментационная и кинетическая их устойчивость, а также эффективность, проявляющаяся при введении в портландцементные бетоны, сохраняется в течение 36 суток.

Установлено, что существенное влияние на поведение шунгита в бетонах, а также на плотность, прочностные характеристики, водо- и солестойкость бетонов оказывают их водоцементные соотношения. При варьировании в бетоне содержания шунгита от 0,001 до 1 % получены экстремальные зависимости ряда технологических свойств, имеющие максимум подвижности, водостойкости и минимум воздухововлечения, водо- и солепоглощения при содержаниях шунгитового наполнителя 0,01–0,05 %. Максимальными величинами плотности и солестойкости характеризовались бетоны, содержащие 0,05–0,15 % шунгита.

Был установлен факт интенсивного твердения бетонов на ранних стадиях, обусловленный слабым подкислением воды, в присутствии более 0,15 % шунгита (рН воды снижается при этом от 7 до 6,3), что приводило к гидратации клинкерных минералов и увеличению прочностных свойств бетонов. При в/ц -0,38 зависимость марочной прочности при сжатии от содержания шунгита имела экстремальный вид с 2 максимумами, наблюдаемыми при содержаниях 0,005 и 0,03 %, прочность модифицированных бетонов в этом случае превышала прочность бездобавочных составов в среднем на 13 %.

Работа выполнена под общим руководством д.т.н. Рубаника В.В.

Список использованных источников

1. Лукутцова, Н. П., Пыкин, А. А., Карпиков, Е. Г. Особенности структурообразования цементного камня с углерод-кремнеземистой нанодисперсной добавкой // Строительные материалы. – 2011. – N 9. – С. 66–67.
2. Лукутцова, Н. П., Пыкин, А. А., Костюченко, Г. В. Влияние микро- и нанодисперсного шунгита на свойства бетонов // Вестник МГСУ. – 2014. – № 2. – С. 282–287.