

**ВЛИЯНИЕ УЗ - ОБРАБОТКИ СУСПЕНЗИЙ ШУНГИТА НА СВОЙСТВА
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНЫХ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНОВ**

^{1,2}Рубаник В.В., ^{1,2}Рубаник В.В. мл., ^{1,2}Шилин А.Д., ³Белоус Н.Х., ³Родцевич С. П.,
⁴Шилина М.В.

¹ГНУ «Институт технической акустики» НАН Беларуси», г. Витебск,

²УО «Витебский государственный технологический университет» г. Витебск,

³Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, г. Минск,

⁴УО «Витебский государственный университет» г. Витебск.

Задачей данной работы являлась оптимизация режимов ультразвуковой (УЗ)-обработки суспензий шунгита (Ш) в водном растворе нафталинсульфонового суперпластификатора (СП) бетонов СЗ, с целью максимального положительного влияния на физико-механические, гидрофизические свойства и коррозионную стойкость портландцементных мелкозернистых бетонов. Суспензии Ш получены двухстадийным способом: на первой стадии производится его помол в шаровой мельнице совместно с сухим порошком нафталинсульфонового суперпластификатора (СП) СЗ (ТУ ВУ 190669631.009-2011, ООО Фрэймхаустрэйд, Минск) при массовом соотношении 1:0,2 до образования продукта высокой удельной поверхности, затем, с помощью импульсного активатора проводят УЗ диспергирование порошка Ш в воде при концентрации его твердой фазы - 3 %. Было изучено влияние времени (5, 15, 30 минут) УЗ-обработки Ш в его 3 %- ных суспензиях на размеры частиц (исследования проводили на фотоседиментометре ФСХ - 4) (рис.1), а также поведение наполнителя в портландцементных цементно-песчаных составах. На данном этапе выполнения работы представлены результаты изучения кинетики набора прочности, гидрофизических свойств и коррозионной стойкости мелкозернистых бетонов, содержащих суспензию СЗ с шунгитовыми частицами, обработанную УЗ в течение 5 минут.

Дифференциальные кривые распределения частиц приведены на рисунке 1. Как видно из рисунка, суспензии можно отнести к монодисперсным, в которых максимумы кривых распределения по размерам после УЗ – обработки в течение 5, 15 и 30 минут при концентрации Ш - 3 % расположены в области размеров 3-5 мкм. Ход дифференциальных кривых распределения свидетельствует о том, что уже после 5 минут обработки медианный диаметр частиц составляет 4,6 мкм. Однако, при такой продолжительности наблюдается повышенная полидисперсность суспензий, обусловленная присутствием большого количества частиц с размерами от 7 до 200 мкм (рис.1а). При временах обработки 30 мин также сильно увеличивается полидисперсность суспензий и изменяются их статистические параметры (рис.1в). Таким образом, с точки зрения размерности частиц оптимальным временем УЗ – обработки является время -15 мин, после обработки повышается степень монодисперсности частиц суспензий, в результате чего более 60 % частиц имеют диаметр ~ 4мкм (рис.1б). При этом фиксируются не только наименьшие размеры частиц, но и их меньшая полидисперсность (рис.1 б).

Проведен анализ свойств бетонов (массовое соотношение цемент и песок - 1:1,5) после введения частиц Ш, обработанных ультразвуком в течение 15 минут. Содержание Ш при этом варьировали от 0,001 до 1 % от массы цемента, изучены физико-механические, гидрофизические свойства и коррозионная стойкость бетонов на их основе: воздухоовлечение, удобоукладываемость по осадке конуса, плотность и кинетика набора прочности. Установлено, что зависимости удобоукладываемости и воздухоовлечения имеют экстремальный вид, существенное влияние на их ход оказывают водоцементные соотношения строительных растворов. Максимальная осадка конуса и плотность, а также минимальное воздухоовлечение характерны для строительных растворов, содержащих 0,03- 0,05 % Ш. Максимальные прочностные свойства при в/ц-0,36 имеют бетоны, содержащие 0,15 % Ш.

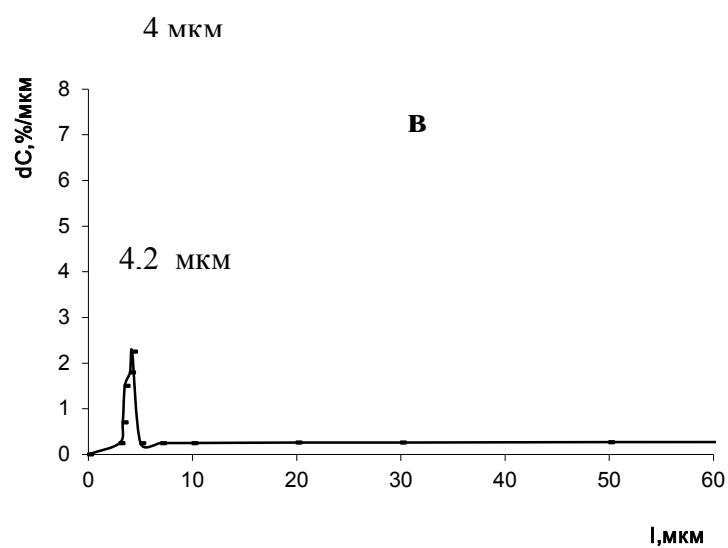
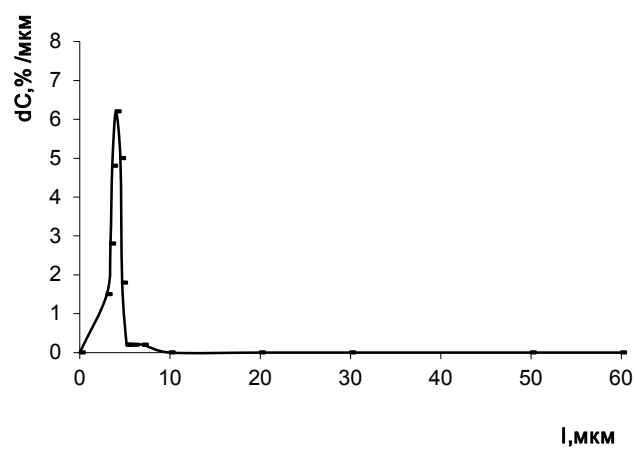
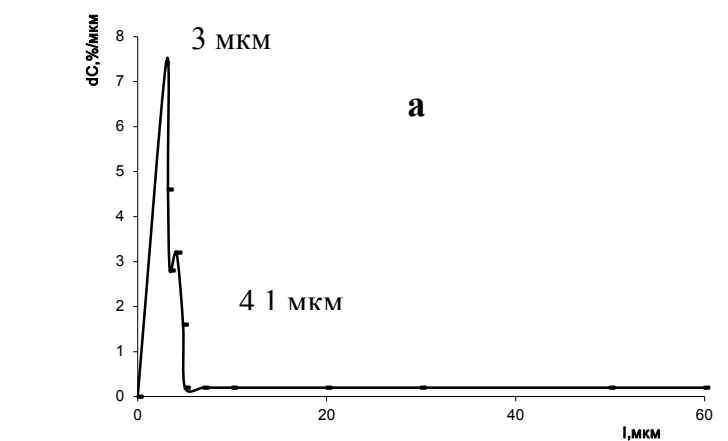


Рисунок 1 - Дифференциальные кривые распределения масс частиц шунгита в 3 %-ной суспензии с СЗ после УЗ обработки в течение 5 (а), 15 (б) и 30 минут (в).

При $w/c = 0,38$ зависимость 28-суточной прочности при сжатии от содержания Ш имеет экстремальный вид с 2 максимумами при содержаниях - 0,005 % и 0,03 %, прочность модифицированных бетонов, в этом случае, превышает прочность бездобавочных, в среднем, на 13 %. Четкого механизма влияния суспензии СП СЗ и Ш, обработанной ультразвуком, на физико-механические показатели не выявлено, однако, можно предположить, что влияние Ш связано с ускорением гидратации клинкерных минералов цемента и интенсивным образованием основного продукта твердения - портландита, $Ca(OH)_2$. За счет взаимодействия интенсивно выделяющегося гидрата кальция с наночастицами аморфизированного кремнезема Ш, в поровом пространстве бетонного камня образуется дополнительное количество этtringита и низкоосновных гидросиликатов кальция, присутствие которых способствует уплотнению структуры бетона и повышению его прочности. В то же время аморфные углеродные наночастицы Ш выполняют роль центров кристаллизации новообразований портландцементного бетона.

Наибольшая эффективность суспензий Ш, обработанных УЗ в течение 15 минут, проявляется в гидрофизических свойствах и коррозионной стойкости бетонов. Минимальные величины водо- и солепоглощения были зафиксированы при содержаниях Ш- 0,01 - 0,05 %, а максимальные значения водо- и солестойкости характерны для образцов, с широким диапазоном концентрации Ш – 0,05-0,5 %. Интересным является факт значительного повышения коэффициентов водо- и солестойкости шунгитосодержащих материалов по сравнению с бетонами контрольного состава. Для контрольных образцов K_w и K_s не превышают 1,06-1,1, однако, после введения в бетоны Ш коэффициенты водо- и солестойкости, характеризующие прочность при сжатии после хранения в воде или в растворе соли, увеличиваются до 1,37 - 1,5.

Список литературы

1. Бабков В.В., Мохов В.Н., Капитонов С.М., Комохов П.Г. Структурообразование и разрушение цементных бетонов. — Уфа, ГУП «Уфимский полиграфкомбинат», 2002 г. — 376 с.
2. Лукутцова Н.П., Матвеева Е.Г. Наномодифицированный мелкозернистый бетон // Вестник МГСУ. 2009. Спецвып. № 3. С. 84—90.
3. Лукутцова Н.П., Матвеева Е.Г., Фокин Д.Е. Исследование мелкозернистого бетона, модифицированного наноструктурной добавкой // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2010. № 4. С. 6—11.
4. Чан Минь Дык, Сахаров Г.П. Усадка и ползучесть мелкозернистого бетона из экструдированных смесей // Вестник МГСУ. 2009. Спецвып. № 1. С. 384—390.
5. Баженова С.И., Алимов Л.А. Высококачественные бетоны с использованием отходов промышленности // Вестник МГСУ. 2010. № 1. С. 226—231.
6. Толыпина Н.М., Рахимбаев Ш.М., Карпачёва Е.Н. Об эффективности действия суперпластификаторов в мелкозернистых бетонах в зависимости от вида мелкого заполнителя // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2010. № 3. С. 66—74.
7. Пыкин А.А., Лукутцова Н.П., Костюченко Г.В. К вопросу о повышении свойств мелкозернистого бетона микро- и нанодисперсными добавками на основе шунгита // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. № 2. С. 22—27.