

## ПРИГОТОВЛЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОМАТЕРИАЛАМИ СУСПЕНЗИЙ

<sup>1</sup>Шилин А.Д., <sup>2</sup>Ажаронок В.В., <sup>3</sup>Рубаник О.Е., <sup>4</sup>Шилина М.В.

<sup>1</sup>ГНУ «Институт технической акустики» НАН Беларуси,  
г. Витебск,

<sup>2</sup>ГНУ «Институт физики имени Б.И. Степанова НАН Беларуси»,  
г. Минск,

<sup>3</sup>УО «Витебский государственный технологический университет»,  
г. Витебск,

<sup>4</sup>УО «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»,  
г. Витебск

Основной особенностью физических методов активации является их временный характер, результат воздействия сохраняется в течение нескольких минут или часов. При введении же в воду наночастиц длительность ее активированного состояния значительно возрастает и при низких концентрациях в воде сохраняется месяцами [1,2].

Целью работы являлось исследование влияния условий активации жидкостей ультразвуком (УЗ) на процессы гидратации, механизмы структурообразования, технологические и механические свойства полученных стоматологических цементов.

Объектом исследования являлись модифицированные углеродными наноматериалами (УНМ) жидкости затворения стоматологических цементов.

В качестве наномодифицирующей добавки оптимальной размерности был выбран УНМ с распределением частиц: 0–1 мкм – 55,2%, 1–2 мкм – 42,5%, 2–3 мкм – 2,2%, [3]. Были получены 0,03 %, 0,3 % и 0,6 %-ные суспензии УНМ в дистиллированной воде, что соответствовало при затворении порошка цемента суспензиями в воде содержанию добавки 0,0075 %, 0,074% и 0,15 % от массы цемента.

Ультразвуковую обработку проводили при избыточном давлении  $3 \cdot 10^5$  Па, мощности УЗК 1 кВт, 22 кГц, времени обработки 1 минута, используя генератор УЗГ1-1 с магнитострикционным преобразователем ПМС1-1.

Было изучено влияние содержания наномодификатора в неактивированных и активированных ультразвуком суспензиях в дистиллированной воде на свойства и характеристики стоматологического материала «Аквадент». При изучении влияния содержания УНМ на рН суспензий до обработки ультразвуком было установлено (рисунок 1, кр.1), что с увеличением концентрации наномодификатора происходит снижение величины рН.

После ультразвуковой обработки (рис.1, кр.2) наблюдался эффект повышения величины рН суспензий, связанный с изменением структуры воды в ультразвуковом поле, разрушением структурообразующих водородных связей, изменением равновесия в диссоциации кислотных и основных групп, образованием избыточного количества активных ионов ( $H_3O^+$ ,  $H^+$ ,  $OH^-$ ,  $RCOO^-$ ), что находит отражение в изменении рН суспензий. После их активации фиксировалась экстремальная зависимость рН от содержания наномодификатора с экстремумом при концентрации около 0,6 %.

Активированные и неактивированные ультразвуком суспензии УНМ в дистиллированной воде были использованы для затворения стоматологического материала «Аквадент».

Время жизнеспособности стоматологического материала было определено по глубине погружения иглы в затворенное цементное тесто с помощью прибора Вика. Как в активированных, так и в исходных образцах материалов в отсутствие УНМ время жизнеспособности теста при температуре 25<sup>0</sup> С составляло 1мин 40 сек. По мере увеличения содержания модификатора время увеличилось до 2–3 минут. Дополнительная обработка воды и суспензий ультразвуком существенного влияния на время жизнеспособности не оказывала.

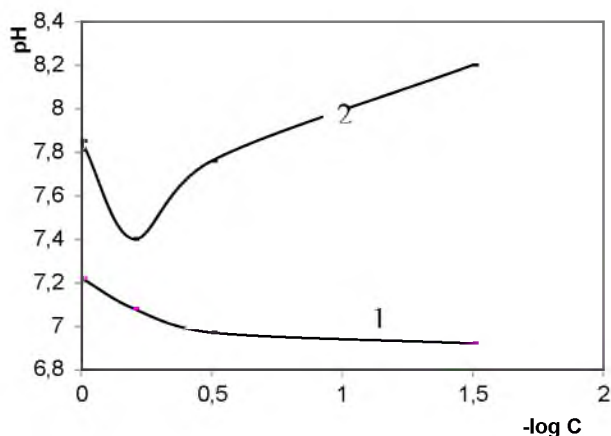


Рисунок 1 – Влияние концентрации УНМ на pH суспензий в дистиллированной воде: 1 - до обработки УЗ, 2- после обработки УЗ

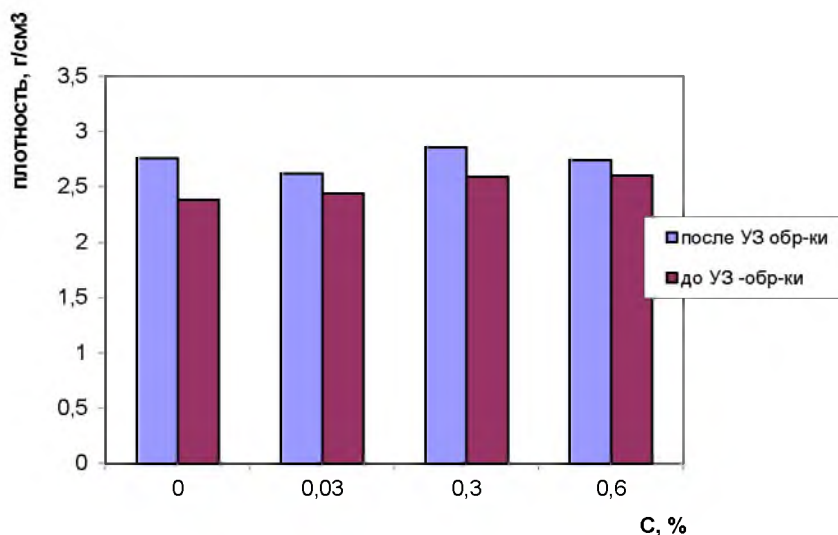


Рисунок 2 – Влияние концентрации наномодификатора на плотность цемента

На рисунках 2 и 3 приведены результаты изучения суточной плотности и прочности при сжатии образцов стоматологического материала, затворенных суспензиями УНМ в воде до и после их ультразвуковой обработки. Как видно из данных рисунков, суточная плотность материалов, затворенных суспензиями наномодификатора до УЗ обработки по мере увеличения содержания в них УНМ существенно не изменяется. Обработка УЗ по-прежнему приводит к некоторому увеличению плотности, в среднем, на 2-12%. Суточная прочность при сжатии образцов, содержащих УНМ без активации ультразвуком, возрастает по мере роста содержания наномодификатора до 0,3 - 0,6% почти в 2 раза (рисунок 3). Однако, после использования для затворения цемента контрольного образца воды, активированного ультразвуком, его прочность при сжатии резко возрастает (примерно в 2 раза), что приводит к нивелированию эффекта роста прочности от введения наномодификатора. Лишь при концентрации УНМ в суспензии 0,6 % прочность цемента сопоставима с прочностью образца, полученного на воде, обработанной ультразвуком (рисунок 3).

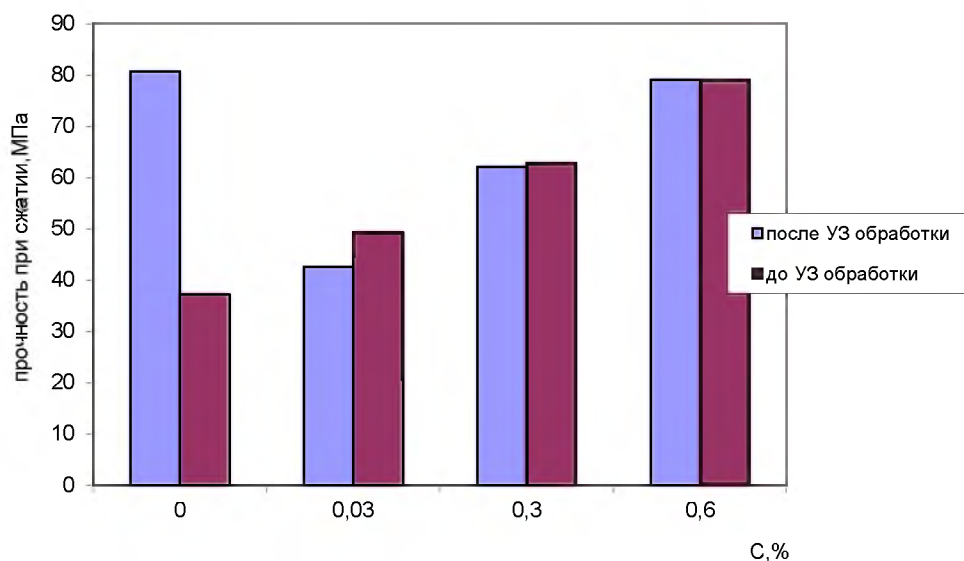


Рисунок 3 – Влияние концентрации наномодификатора в водных суспензиях на прочность при сжатии стоматологического материала

Таким образом, использование наномодификаторов и ультразвука при модификации стоматологического цемента «Аквадент» показывает улучшение его потребительских свойств и перспективность последующих исследований для практического применения.

**Работа выполнена при поддержке БРФФИ (грант № т11 вт-010).**

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Логанина В.И., Фокин Г.А., Вилкова Н.Г. Повышение активности воды затворения цементных систем акустическим полем // Строительные материалы. 2008. № 11. С 14-16.
2. В.В. Ажаронк, С.В. Гончарик Н.И. Чубрик и др.. Использование воды, активированной акусто-радиоволновой обработкой для затворения портландцементных бетонов / Материалы V Международной конференции по материаловедению и физике конденсированных сред (MSCMP 2010), Кишинев, 13-17 сентября 2010 года, с. 257.
3. Жданок С.А. Новые методы получения углеродных наноматериалов и перспективы их применения. Перспективные технологии и методы контроля. Витебск: изд-во УО «ВГТУ», 2009. С 5-36.