

Выработка стекла проводилась методом отливки образцов в форму, после чего готовые образцы отжигались в муфельной электропечи при температуре 580 °С. Образцы синтезированных стекол имеют цветной оттенок желто-зеленых тонов, что для солнцезащитных очковых стекол не является недостатком.

Обязательной стадией в технологии фотохромных стекол является его вторичная термическая обработка, после которой стекло приобретает фотохромные свойства. Галоидная медь при этом вытесняется в поверхностные слои каплеобразной ликвиационной фазы. Под действием активирующего излучения происходит фотохимическое разложение микрокристаллов галоидной меди с образованием металлической медной фазы вокруг стеклянного ядра.

Влияние термической обработки на спектральные свойства опытных стекол оценивалось по результатам градиентной термообработки в интервале температур 500 – 1050 °С, а также при термической обработке в электрической печи, проводимой в интервале температур 580 – 660 °С с шагом 20 °С при варьировании времени выдержки от 15 мин до 3 ч.

Установлено, что эффект фотохромизма в опытных стеклах проявляется в результате термообработки при 600 °С с выдержкой от 15 до 60 мин. Более длительная выдержка приводит к необратимому потемнению стекол.

Фотохромные свойства зависят от концентрации и размера микрочастиц галогенидов меди. Если размер микрокристаллов менее 50 Å, то стекло фотохромными свойствами не обладает. Увеличение размеров микрокристаллов свыше 300 Å делает стекло опалесцирующим, при этом фотохромные свойства практически не проявляются. Опалесценция образцов наблюдалась при термической обработке опытных стекол, содержащих 20 мас.% В<sub>2</sub>О<sub>3</sub>, в интервале температур 700 – 1000 °С. Кроме этого, более активный процесс восстановления меди при повышенных температурах термообработки приводит к тому, что на поверхности ряда образцов проявляется эффект металлизации.

По результатам воздействия УФ-излучения на образцы стекол, прошедших термическую обработку, определены оптимальные составы фотохромных стекол. Проведено исследование спектрального пропускания таких стекол в просветленном и затемненном состоянии. В затемненном состоянии пропускание стекол составляет 40 %, в просветленном – 89 %. Время релаксации, которое определяется скоростью изменения оптической плотности при просветлении стекла, составляет 15 минут.

Таким образом, по результатам синтеза и исследования стекол системы Na<sub>2</sub>O – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – В<sub>2</sub>О<sub>3</sub> – SiO<sub>2</sub> с добавками соединений меди и галогенидных ионов получены фотохромные стекла, основными носителями фотохромных свойств в которых являются галогениды меди, равномерно распределенные в стеклянной матрице. По спектральным характеристикам стекла рекомендуются для производства солнцезащитных очковых стекол. Организация производства фотохромных очковых линз на отечественном предприятии ОАО «Завод «Оптик» позволит расширить ассортимент очковой оптики и решить проблему импортозамещения по данному виду продукции.

УДК 625.7

### **Использование активированной воды для повышения прочности бетона**

Студент гр. 104612 Мухля А.Д.

Научный руководитель – Меженцев А.А.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Нанотехнологии являются наиболее перспективным направлением в развитии науки. Целенаправленное воздействие на формирование наноструктуры, твердеющего цементного

камня, обеспечивает создание более однородной и плотной упаковки гидрокристаллических новообразований.

Наиболее актуальным является получение композиционных материалов на основе цементных связующих с применением активированной воды затворения, направленное на повышение качества отечественных строительных материалов.

Работы многочисленных авторов в этом направлении позволяют утверждать, что при использовании статистически активированной воды возрастает прочность бетонных изделий, значительно снижается их газопроницаемость, улучшается пластичность и удобоукладываемость бетонной смеси.

Вода играет важную роль в строительстве. Она является равноправным участником формирования структуры цементного камня и бетона, а ее состояние и способ подготовки во многом определяют характер процессов гидратации и структурообразования цементных систем. Вода – единственный компонент цементных систем, инициирующий реакции для получения композитного материала.

В настоящее время разрабатываются и апробируются различные методы воздействия на воду затворения для изменения ее собственной структуры и свойств. Такие виды воздействия можно условно разделить на несколько групп: физическое модифицирование (безреагентное), химическое модифицирование (реагентное) и их сочетание (комбинированное воздействие).

Необходимо отметить, что в данном случае под физическим и химическим модифицированием понимается направленное регулирование параметров цементных систем, происходящее на стадии взаимодействия цемента с водой. При этом модифицированная вода обладает большей активностью вследствие изменения ионного состава, влияющего на величину pH, удельную электрическую проводимость и другие параметры. Это позволяет направленно воздействовать на процессы, происходящие в цементных системах.

К физической активации воды относят следующие виды обработок: магнитная, электромагнитная, механическая, термическая, акустическая, плазменная, разрядно-импульсная, электрохимическая и др.

Общими недостатками всех физических методов активации воды являются: трудность определения количественных параметров, характеризующих степень активации водной среды в производственных условиях, а также необходимость дооснащения технологических линий специальным оборудованием для активации воды.

Использование ультразвука усиливает микрокристаллизацию и диспергацию твердых частиц, дегазирует воду, интенсифицирует электрические процессы и предотвращает накипь и коррозию.

При проведении исследований было использовано два вида наночастиц: агломерированных  $\text{SiO}_2$  и  $\text{SiO}_2$ , подвергнутых диспергации ультразвуком в воде затворения.

В работе использовался цемент марки М500 Д20, песок с модулем крупности – 2,01, водопроводная вода, отношение вода/вяжущее составляло 0,4, отношение цемент: песок – 1 : 3.

Удельная поверхность синтезированного нано  $\text{SiO}_2$  составляла  $240 \text{ м}^2/\text{г}$ . Однако, обладая высокой поверхностной энергией наночастицы  $\text{SiO}_2$  склонны к агрегации, вследствие чего истинная поверхность наночастиц резко уменьшается. Используя ультразвуковые воздействия на дисперсию агломерированных наночастиц  $\text{SiO}_2$ , исследована возможность процесса дробления агломератов и увеличения площади соприкосновения раствора и твердой фазы и, как следствие, возрастание скорости взаимодействия щелочного раствора и наночастиц  $\text{SiO}_2$ .

Из полученных результатов следует, что введение в цемент наночастиц  $\text{SiO}_2$  активизирует процесс твердения на ранней стадии, однако, нивелируется на поздних стадиях. Активация порошка нано  $\text{SiO}_2$  в воде затворения на ранних стадиях дает положительный результат.

Однако, на более поздних стадиях хотя эффект сохраняется, но он носит незначительный характер.

УДК 691

### Применение карбаминоформальдегидной смолы для модификации материалов

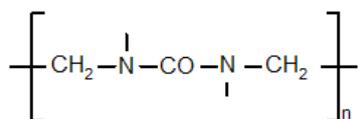
Студент гр.104412 Осадчий М.С.

Научный руководитель – Бурак Г.А.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Выпуск долговечных и эффективных материалов композиционного типа обеспечивает надежную работу конструкций и сооружений. Радикальным способом повышения долговечности материалов является применение композитов на полимерном вяжущем, и в частности с использованием карбаминоформальдегидных смол.

Смола КФЖ представляет собой продукт конденсации карбамида и формальдегида:



Карбаминоформальдегидная смола – это водная суспензия, представляющая цепочки олигомеров. Переход смолы из жидкого состояния в твердое (образование пеноизола) – это процесс “сшивки” соответствующих центров различных олигомеров, при этом образуются полимерные связи. Для смолы КФЖ этот показатель 87 – 93 %. КФЖ – однородная суспензия без механических включений. Массовая доля сухого остатка не менее 67 + 2 %. Время желатинизации при 100 °С 40 – 65с. Концентрация водородных ионов (рН) 7,5 – 8,7. Массовая доля свободного формальдегида не более 0,9 %. Предельная смешиваемость смолы с водой по объему, не менее 1:2.

КФЖ совместно со стабилизатором «Дортех» (многокомпонентный состав на основе серной кислоты, включающий пластификатор, гидрофобизатор, сульфоновые кислоты) применяется для укрепления грунтов. Для смешения грунта со смолой и раствором стабилизатора используются грунтосмесительные установки. Рабочий раствор стабилизатора «Дортех» готовят в емкости для воды, заливая туда необходимое количество стабилизатора и перемешивая обе жидкости в течение 3 – 5 мин. При использовании установок непрерывного действия грунт, вяжущее и рабочий раствор стабилизатора подаются в мешалку одновременно. При обработке грунта смолой с отвердителем: сначала загружают грунт, затем рабочий раствор стабилизатора, перемешивают в течение 10 – 20 с, после чего подают вяжущее с растворенным в нем отвердителем и окончательно перемешивают в течение 40 – 60 с.

Процесс отверждения смолы в смеси при температуре воздуха +20 °С начинается через 15 – 20 ч после введения в нее отвердителя. При увеличении концентрации отвердителя температуры воздуха процесс отверждения ускоряется.