

## СВОЙСТВА ВЯЖУЩЕГО НА ОСНОВЕ $\alpha$ -C<sub>2</sub>SH И КВАРЦА

*Т. Дамбраускас<sup>1</sup>, К. Балтакис<sup>1</sup>, Р. Шячюнас<sup>1</sup>, А. Мечай<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Каунасский технологический университет*

<sup>2</sup>*УО «Белорусский государственный технологический университет»*

*e-mail: tadas.dambrauskas@ktu.lt*

Широко признается, что потепление климата является одной из основных угроз для природного и экономического мира. По данным МГЭИК (межправительственной группы экспертов по изменению климата), в 2014 году в атмосферу было выброшено около 50 Гт „парниковых газов“, связанных с деятельностью человека [1-2]. Прогнозы показывают, что к 2030 году объем выбросов только CO<sub>2</sub> может вырасти до 65 Гт. Следует отметить, что на цементную промышленность приходится около 5–7 % глобальных выбросов парниковых газов. В результате этого растет интерес к альтернативным вяжущим материалам, которые могут заменить традиционные цементы [3]. В последние годы большое внимание уделяется синтезу и свойствам гидросиликатов кальция (CSH), поскольку на их основе созданы новые вяжущие материалы, такие как „Solidia“, „Celitement“ и др. [4-5].

Известно, что двухосновной гидросиликат кальция  $\alpha$ -C<sub>2</sub>SH во время интенсивного помола с песком, приобретает гидравлические свойства [5-6]. На основе этого соединения, в котором CSH фаза формируется в процессе производства, а не гидратации цементного камня, можно получить вяжущее вещество. Однако, литературные данные о механизме гидратации  $\alpha$ -C<sub>2</sub>SH и прочностных свойствах являются неполными и часто противоречивыми. Чтобы оценить целесообразность применения  $\alpha$ -C<sub>2</sub>SH в производстве альтернативных цементов, необходимо подробно изучить процессы, происходящие во время его гидратации и твердения.

$\alpha$ -C<sub>2</sub>SH был синтезирован из оксида кальция (Sigma-Aldrich) и аморфного диоксида кремния (Reaktiv). Молярное соотношение смеси CaO/SiO<sub>2</sub> = 1,5. Синтез проводился в не перемешиваемых суспензиях при температуре насыщенного водяного пара 200 °С, продолжительность изотермической выдержки – 16 часов. Вяжущее вещество было приготовлено из  $\alpha$ -C<sub>2</sub>SH и кварцевого песка (3:7 по весу). После гомогенизации смесь была измельчена в вибрационной мельнице со скоростью 950 об/мин в течение 5 мин и подверглась обжигу в течение 1 часа при 450 °С.

Во время гидратации выделяется тепло, поэтому происходящие в нем реакции могут быть представлены как зависимость тепловыделения от продолжительности гидратации (рис. 1, а). Было установлено, что первую и вторую реакции гидратации вяжущего вызывают смачивание материала и растворение ионов Ca<sup>2+</sup> и SiO<sub>4</sub><sup>4+</sup> из прекурсора. Было замечено, что количество теплоты, выделяемое во время этих реакций, составляет всего 2,01 Дж/г. После начальных реакций, на микрокалориметрической кривой наблюдается основная третья реакция гидратации, связанная с разрушением защитного слоя гидратов, образованием зародышей и ростом кристаллов. Указанная реакция начинается через 3 часа и заканчивается после 8 часов гидратации, при которой выделяемое количество тепла

составляет 17,04 Дж/г. Установлено, что после 72 часов гидратации общее количество выделенного тепла равна 56,17 Дж/г.

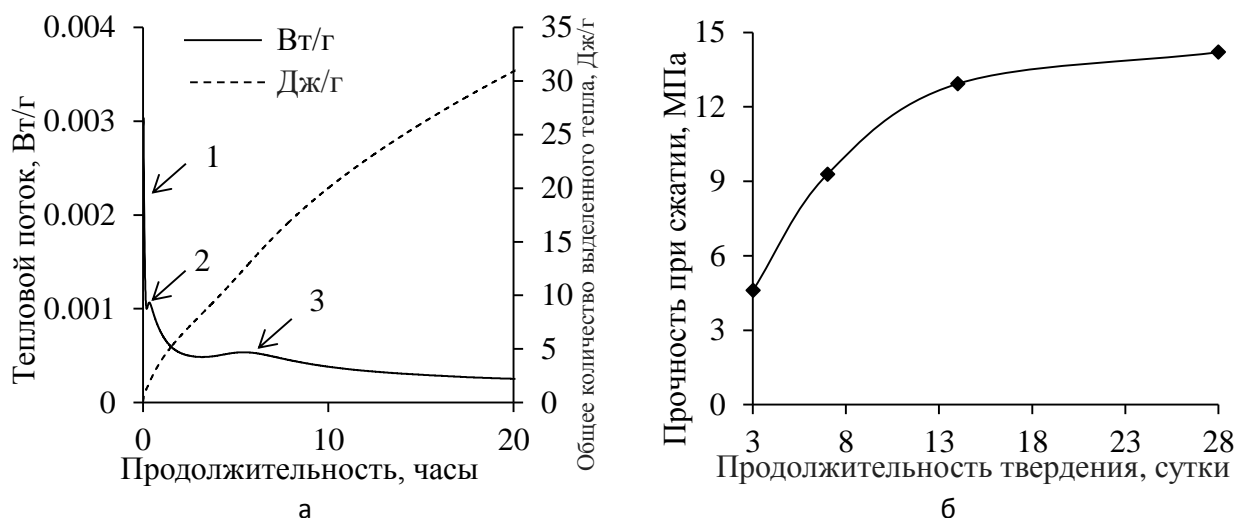


Рисунок 1 – Микро калориметрические кривые (а) и прочность при сжатии (б) образцов

Для определения механических свойств вяжущего была установлена прочность при сжатии образцов (рис.1, б). После трех дней твердения она составила 4,6 МПа. Как и ожидалось, тенденция роста прочности наблюдалась после 7–28 дней гидратации: прочность при сжатии увеличилась до 12,9 и 14,2 МПа, соответственно. Таким образом,  $\alpha$ - $C_2SH$ , полученный во время гидротермального синтеза из нестехиометрических смесей, после активации способом помола–обжига, может быть использован для производства альтернативных цементов.

**Благодарность:** Исследование финансируется Научным советом Литвы (контракт № S-LB-2017-6). Работа была выполнена в сотрудничестве с Белорусским государственным технологическим университетом.

#### *Список использованной литературы*

1. Climate Change 2014; Mitigation of Climate Change. Cambridge University Press. 2014. p. 1436. ISBN 978-1-107-65481-5
2. [http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Cement\\_Road\\_map\\_Foldout.ppd](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Cement_Road_map_Foldout.ppd). Доступ в Интернете: просмотрено 2017-09-25.
3. Chen C., Habert G., Bouzidi Y., Jullien A. Environmental impact of cement production: detail of the different processes and cement plant variability evaluation. Journal of Cleaner Production, 2010, vol. 18, p. 478–485.
4. Sahu S., DeCristofaro N. Part One of a Two - Part Series Exploring the Chemical Properties and Performance Results of Sustainable Solidia Cement™ and Solidia Concrete™. Solidia Cement. 2013, p. 1-12.
5. Stemmermann P, Schweike U, Garbev K, Beuchle G. Celitement – a sustainable prospect for the cement industry. Cement International. 2010 vol. 8, p. 52-66.
6. Siauciunas R., Gendvilas R., Mikaliunaite J., Urbonas L. Heat flow and strength properties of perspective hydraulic binder material. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2015, vol. 121, p. 57-65.