

Влияние состава на вязкость поликомпонентных покрытий

Алексей Карасик, Вадим Журавель, Цветан Димитров

Influence of composition on viscosity of multicomponent coverages. The aim of work was research of influence of oxide of phosphorus with alkaline and alkaline-landed oxides on viscosity and her lowering in silicate high temperature coverages. In compositions of experience silicate glasses maintenance of P_2O_5 from 2 to 6 %, alkaline oxides no more than a 27 %, alkaline-earth to 9 %, maintenance of Al_2O_3 in all compositions was identical and made 3 %. Glasses with the different amount of P_2O_5 , that was entered by the polymeric phosphate of natrium, have at a temperature 1120 °C small different viscosity, but at a temperature 1020 °C their viscosity is different. Flowed with maintenance of P_2O_5 2 % has viscosity 94,7 Па·с, and flowed with maintenance of P_2O_5 6 % has viscosity 83 Па·с. Lowering of viscosity in all investigated compositions passes slowly, that supposes possibility of their using as a high temperature sheeting from glass.

Keywords: high temperature coverages, glass, viscosity, temperature, composition, polymeric phosphate

ВВЕДЕНИЕ

Для защиты металла от образования окалины и обезуглероживания во время нагрева применяют различные обмазки и покрытия. Этот способ предохранения металла от вредного воздействия атмосферы печи и температуры для отдельных видов продукции давно используется в технике. Однако развитие металлургического производства и появление новых видов металлов и сплавов требуют более эффективных защитных покрытий, разработка которых является актуальной.

Наиболее эффективным и экономичным способом избежать потерь металла при нагревании является защита эмалевыми покрытиями. Эти покрытия готовят из смеси стеклянного порошка поликомпонентного состава с добавками и наносят на холодный металл перед нагреванием. При повышении температуры на поверхности образуется сплошная стеклянная пленка, которая позволяет избежать потерь металла.

Исследованиям влияния состава стеклянных шихт на свойства образующихся жаростойких покрытий уделяется большое внимание. В [1] указывается на упрочнение стеклообразующего каркаса, увеличение вязкости и уменьшение склонности к кристаллизации при введении оксида магния в многокомпонентную фосфорсодержащую систему.

В работе [2] исследуется влияние соотношения CaO/MgO на структуру и свойства стеклокерамических глазурей и других материалов. Авторами установлено, что с уменьшением отношения CaO/MgO температура кристаллизации стекла повышается.

Исследование влияния соотношения MgO/CaO на микроструктуру и микротвердость стеклокерамических глазурей в системе $CaO-MgO-Al_2O_3-SiO_2$ показало [3], что в стеклах со средним значением соотношения MgO/CaO выделялось наибольшее количество α -кордиерита и наиболее совершенные по форме гексагональные призматические кристаллы, что соответствовало самым высоким значениям микротвердости.

Установлено также [4], что увеличение количества катионов Mg^{2+} или Ca^{2+} приводит к снижению степени полимеризации структурного каркаса и оказывает влияние на число не мостиковых атомов кислорода, приходящихся на тетраэдр $[SiO_4]$, и плотность стекол.

Исследовано влияние добавок шамота на микроструктуру и свойства стеклокерамической матрицы, полученной из золы уноса, золы торфа и глины, при спекании по механизму вязкого течения [5]. Оптимальный состав защитного покрытия с добавкой шамота 20 % имел прочность при изгибе 72 МПа и большой интервал спекания ($\Delta T > 50$ °C).

ИЗЛОЖЕНИЕ

Целью настоящей работы являлось исследование влияния оксида фосфора, суммы щелочных и щелочно-земельных оксидов на вязкостные свойства поликомпонентных силикатных покрытий.

В составах опытных силикатных стекол варьировали содержание P_2O_5 от 2 до 6 мас.%, сумма щелочных оксидов составляла не более 27 мас.%, щелочно-земельных до 9 мас. %, содержание Al_2O_3 во всех составах было одинаково и составляло 3 мас.%.

Для приготовления опытных стеклянных шихт в качестве сырьевых материалов использовали песок, мел, соду, поташ, глинозем, магнезит и триполифосфат натрия.

Варили стекла в силитовой печи шахтного типа в алундовых тиглях по одинаковому температурно-временному режиму с выдержкой при 1400 °С один час.

Вязкость стекол определяли на ротационном вискозиметре в температурном интервале 1120-1020°С через каждые 20°С. Сущность метода основана на принципе вращающихся коаксиальных цилиндров. Внешним вращающимся цилиндром является тигель со стеклянным расплавом, который устанавливается на подставку. Внутренним цилиндром, который погружен в расплав, служит молибденовый стержень, неподвижно закрепленный на упругой стальной нити.

При вращении тигля силы молекулярного взаимодействия стеклянного расплава захватывают молибденовый стержень, что приводит к закручиванию стальной нити. Закручивание продолжается до тех пор пока предельное упругое усилие закрученной нити не уравновесит силу вязкого сопротивления расплава. После этого устанавливается равновесие между углом закручивания стальной нити и усилием вращения, которое образуется расплавом, то есть величиной его вязкости. Вязкость расплава рассчитывали путем умножения угла закручивания стальной нити на коэффициент, который определяется экспериментально.

Для предупреждения окисления молибденового стержня, а также возможного изменения свойств стекла в окислительной или восстановительной среде, создавали нейтральную газовую среду введением в пространство печи инертного газа аргона.

На рисунке 1 показано, что изменение вязкости от температуры исследуемых многокомпонентных фосфорсодержащих стекол обычное и характеризуется постепенным ее повышением при снижении температуры от 10 до 117 Па·с.

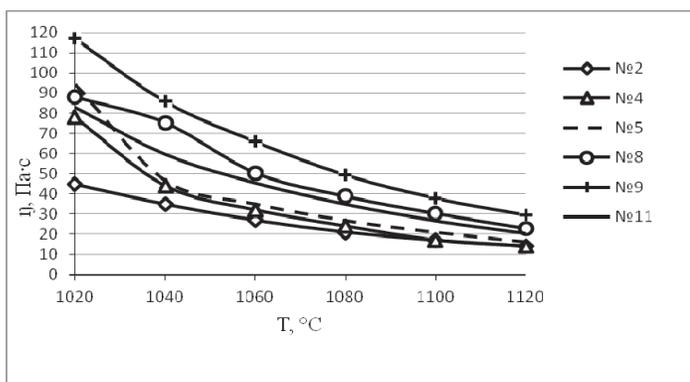


Рис.1 Зависимость вязкости от температуры многокомпонентных фосфорсодержащих стекол

Самую низкую вязкость 14 – 45 Па·с традиционно имеют стекла с наибольшим количеством одного или двух щелочных оксидов (составы №2 и №4). Самую большую вязкость 23 – 117 Па·с имеют стекла, в состав которых входит один или два щелочно-земельных оксида (составы №8 и №9).

Вязкость стекол с разным количеством оксида фосфора при температуре 1120°C мало отличается, но при температуре 1020°C разница в вязкости заметна, так стекло с содержанием P_2O_5 2 мас. % (состав №5) имеет вязкость 94,7 Па·с, а стекло №11 с 6 мас. % P_2O_5 - 83 Па·с. Снижение вязкости во всех исследуемых составах достаточно медленное, что предусматривает возможность использования таких стекол в качестве защитного покрытия. Наличие в составе силикатного стекла второго стеклообразователя дает основания предполагать некоторое упрочнение структурной сетки, что положительно сказывается на более пологом изменении вязкости при изменении температуры, а это способствует расширению интервала растекания стекла по поверхности металла и улучшению защитных свойств покрытия. Следует также отметить, что наличие щелочно-земельных оксидов значительно повышает вязкость, поэтому их введение нежелательно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованные поликомпонентные фосфорсодержащие стекломалевые покрытия по показателям вязкости и ее понижения могут образовывать пленки, которые будут защищать поверхность металла от атмосферы печи и снижать возможность образования высокотемпературной окалины.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Peter W. Crystallization and viscosity of phosphate melts in the system Na_2O – CaO – MgO – P_2O_5 – Al_2O_3 – TiO_2 / W. Peter, V. Jurgen, K. Silke, R. Christian // *Glass Sci. and Technol.* – 2004. – Vol. 77, № 4. – С. 172-176.

[2] Hanning X. A study on the preparation of CMAS glass-ceramics by in situ crystallization / X. Hanning, C. Yin, L. Huabin // *Mater. Sci. and Eng. A.* – 2006. – Vol. 431, № 1-2. – С. 191-195.

[3] Jose F. Effect of MgO/CaO ratio on the microstructure of cordierite-based glass-ceramic glazes for floor tiles / F. Jose, A. Javier // *Ceram. Int.* – 2005. – Vol. 31, № 5. – С. 683-690.

[4] Wactawska I. Influence of MgO (CaO) in the structure of silicate-phosphate glasses TA and NMR study / I. Wactawska, M.J. Szumera // *Therm. Anal. and Calorim.* – 2006. – Vol. 84, № . – С.185-190.

[5] Rozenstrauha I. The influence of various additions on a glass-ceramic matrix composition based on industrial wast / I. Rozenstrauha, D. Bajare, R. Cimdins, L. Berzina, J. Bossert, A. Boccaccini // *Ceram. Int.* – 2006. – Vol.32, №2. – С. 115-119.

Для контактов:

К.т.н., ассистент Алексей Карасик, Кафедра оборудования и технологии пищевых производств, Украинский государственный химико-технологический университет (г.Днепропетровск), тел. (050)480-21-92, karalvit@mail.ru

К.х.н., зам.зав.отдела Вадим Журавель, Отдел информационных технологий, Государственное предприятие «Научно-исследовательский трубный институт» (г. Днепропетровск)

Доц. д-р Цветан Димитров, Русенски университет "Ангел Кънчев"– филиал Разград, кафедра "Химии и химической технологии", e-mail: tz_dimitrow@abv.bg

Доклад был рецензирован