



ПРОЦЕСС УПЛОТНЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ КРЕМНЕГЕЛЕЙ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ КВАРЦЕВОГО СТЕКЛА ИЗ КОЛЛОИДОВ

А. А. Бойко, Е. Н. Подденежный,
Н. Е. Дробышевская

Беларусь, 246746, Гомель, просп. Октября, 48,
ГГТУ им. П. О. Сухого
E-mail: boiko@gstu.gomel.by

Золь-гель кварцевые стекла были получены с использованием модифицированного процесса формирования конденсированных фаз из комбинированных коллоидных систем. В качестве исходной системы был использован алкоксидный раствор золя, полученного с кислотным катализатором в тройной системе $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4\text{-HCl-H}_2\text{O}$. Для повышения твердой фазы в жидкий золь вводили наполнитель – аэросил А-175, затем систему подвергали УЗ-диспергированию и ЦБ-сепарации. После добавления гелеобразователя и разлива золя в цилиндрические формы коллоид затвердевал, затем превращался в гель и подвергался сушке при 60 °С (7–14 сут).

Изучены зависимости линейной усадки (l/l_0) ксерогелей от температуры в диапазоне 60–1300 °С. Так как уплотнение геля представляет собой активированный процесс, изменение линейных размеров образца при данной температуре $T(\text{K})$ может быть

выражено уравнением [1]: $l = l_0 e^{\frac{-E_a}{RT}}$, где l_0 – первоначальный размер; E_a – энергия активации; R – универсальная газовая постоянная. Применяя метод логарифмирования путем спрямления кривых зависимостей $\ln\left(\frac{l}{l_0}\right)$ от обратной температуры, были рас-

считаны энергии активации процесса уплотнения для различных вариантов золь-гель систем: алкоксидного, комбинированного с соотношениями $[\text{SiO}_2]_{\text{TЭОС}}/[\text{SiO}_2]_{\text{А175}} = 4:1$; $[\text{SiO}_2]_{\text{TЭОС}}/[\text{SiO}_2]_{\text{А175}} = 1:1$; аэросильного. Выделены три участка уплотнения для различных температурных интервалов. Расчеты кажущейся энергии активации процессов уплотнения на разных стадиях для образцов приведены в таблице.

Образец	Энергия активации E_a , кДж/моль		
	I участок	II участок	III участок
алкоксидный	15,3	64,5	114,2
$[\text{SiO}_2]_{\text{TЭОС}}/[\text{SiO}_2]_{\text{А175}} = 4:1$	17,8	73,7	147,4
$[\text{SiO}_2]_{\text{TЭОС}}/[\text{SiO}_2]_{\text{А175}} = 1:1$	123,6	428,3	753,4
аэросильный	51,9	–	1190,8

Рассмотрены вероятные механизмы уплотнения ксерогелей на каждой стадии процесса спекания. Показано, что с увеличением концентрации наполнителя в золь-гель системе увеличивается финишная температура стеклования (от 980 °С – для алкоксидного образца, до 1300 °С – для аэросильного образца). Исследования с помощью РЭМ и ИК-анализа подтвердили наличие поликонденсационного механизма уплотнения ксерогелей при средних температурах и вязкого течения при высоких температурах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Villegas M. A., Fernandez Navarro J. M. // J. Mater. Sci. 1988. V. 28. P. 2464–2478.