

Бурятский государственный университет
Физико-технический факультет
Кафедра общей физики

Применение уравнения Вильямса- Ландела-Ферри для расчета фрагильности свинцово-силикатных стекол

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор
Сандитов Д.С.

Автор работы: магистрант группы 06130м
Политова А.О.

Улан-Удэ
2015

Введение

Цель: разработка метода расчета хрупкости стекол на основе уравнения ВЛФ для температурной зависимости вязкости.

Объект исследований: свинцово-силикатные стекла PbO-SiO_2 (содержание PbO меняется от 20 до 70 мол. %)

Задачи:

- Установить связь между хрупкостью m и постоянными уравнения ВЛФ C_1 и C_2 .
- Выполнить расчет хрупкости свинцово-силикатных стекол на основе полученных данных о C_1 и C_2 .
- Определить хрупкость этих стекол по общепринятой методике, как тангенс угла наклона кривой $\lg \eta - (T/T_g)$ в точке $T=T_g$ и сравнить ее с расчетом по уравнению ВЛФ.

Фрагильность

• Американский ученый Анджел предложил способ классификации стекол по наклону кривой вязкости в координатах $\lg \eta - (T_g/T)$ в точке $T = T_g$.

Фрагильность определяется тангенсом угла наклона кривой $\lg \eta - (T_g/T)$ вблизи температуры стеклования T_g соотношением (10):

$$m = \left. \frac{\partial \lg \eta(T)}{\partial (T_g/T)} \right|_{T = T_g} \quad (10)$$

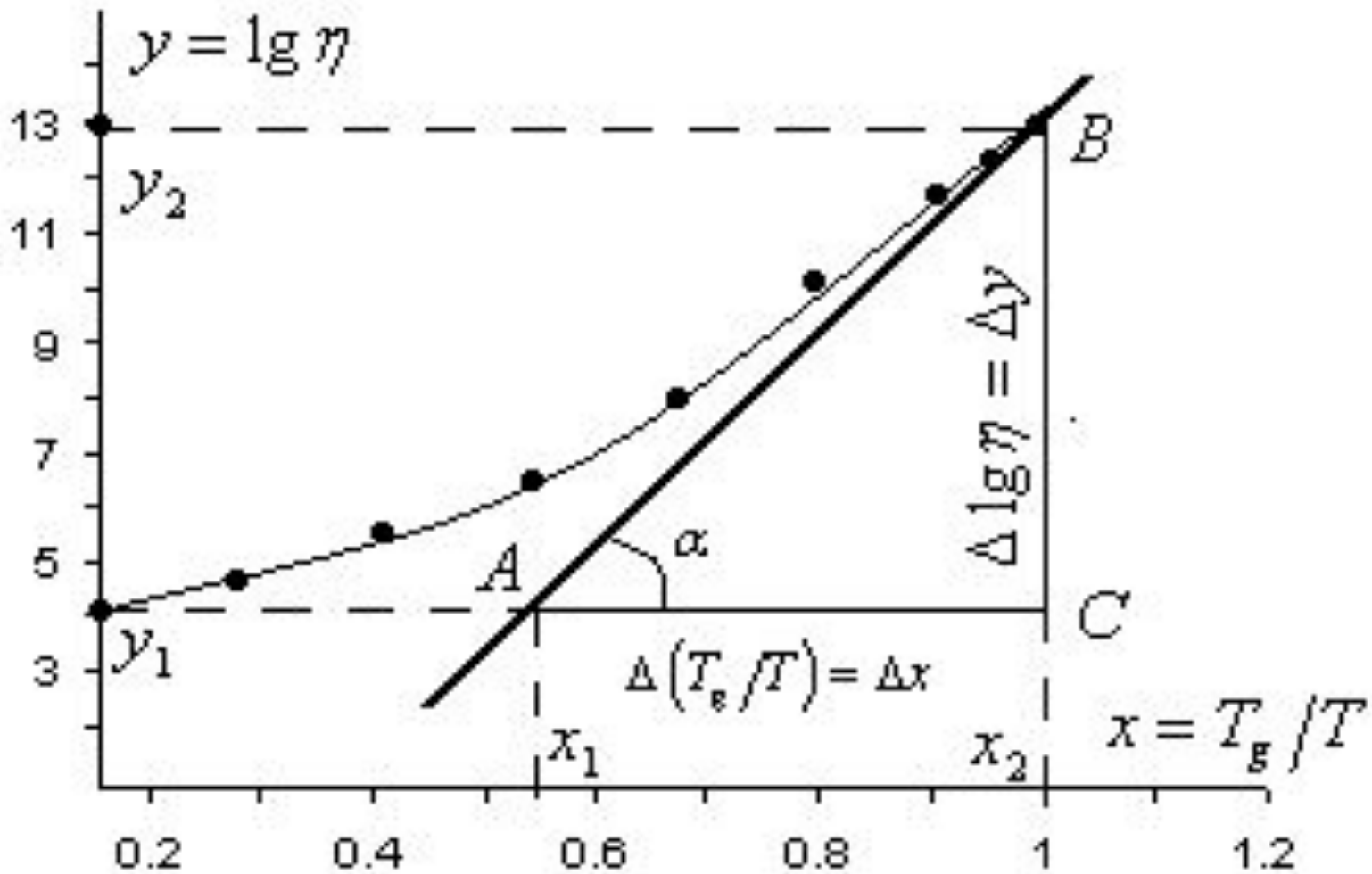
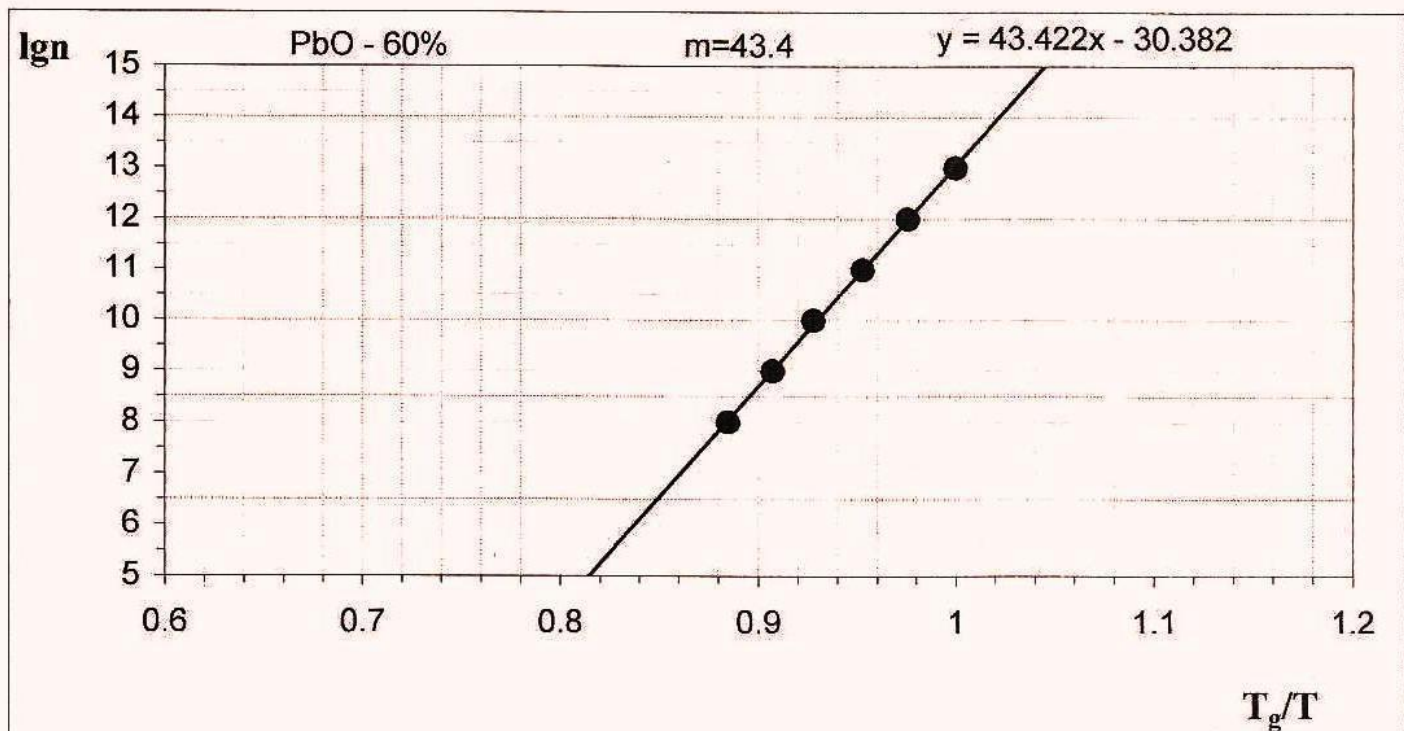


Рис.1.2. Схема определения fragильности стекол.
 $\Delta y = (y_2 - y_1)$, $\Delta x = (x_2 - x_1)$, $m = \operatorname{tg} \alpha = (\Delta y / \Delta x)$ (11)

Для каждого состава стекла, мы строили кривую $\lg \eta = (T_g/T)$, схема которой представлена на рис.1.2.(гл.1). Температуры в первом столбце таблицы 2.1. приняли за температуры стеклования. Например, у стекла PbO-SiO (PbO 60 мол. %), $T_g=367^\circ\text{C}$ ($T = 367 + 273 = 640 \text{ K}$).



Уравнение Вильямса-Ландела-Ферри (ВЛФ)

Рассмотрим применение уравнения ВЛФ к
PbO-SiO₂ стеклам. Это уравнение записывается в
виде соотношения:

$$\ln a_T = -C_1 \frac{T - T_g}{T - T_g + C_2} \quad (1)$$

C_1, C_2 - эмпирические постоянные,

T_g - температура стеклования жидкости

$$a_T = \frac{\eta(T)}{\eta(T_g)} \quad (2)$$

(2) – относительная вязкость

• Американский ученый Анджел предложил способ классификации стекол по наклону кривой вязкости в координатах $\lg \eta - (T_g/T)$ в точке $T = T_g$.

Фрагильность определяется тангенсом угла наклона кривой $\lg \eta - (T_g/T)$ вблизи температуры стеклования T_g соотношением (10):

$$m = \left. \frac{\partial \lg \eta(T)}{\partial (T_g/T)} \right|_{T = T_g} \quad (10)$$

- Американский ученый Анджел предложил способ классификации стекол по наклону кривой вязкости в координатах $lg\eta - (T_g/T)$ в точке $T = T_g$.

Фрагильность определяется тангенсом угла наклона кривой $lg\eta - (T_g/T)$ вблизи температуры стеклования T_g соотношением (10):

$$m = \left. \frac{\partial lg\eta(T)}{\partial (T_g/T)} \right|_{T = T_g} \quad (10)$$

Таблица параметров для стекла с массовой долей PbO 35 %

T, K	746	770	795	820	848	881
lg n	13	12	11	10	9	8
x = T - T _g , K	0	24	49	74	102	135
lg a	0	-1	-2	-3	-4	-5
y = -x / lga	0.00	24.00	24.50	24.67	25.50	27.00

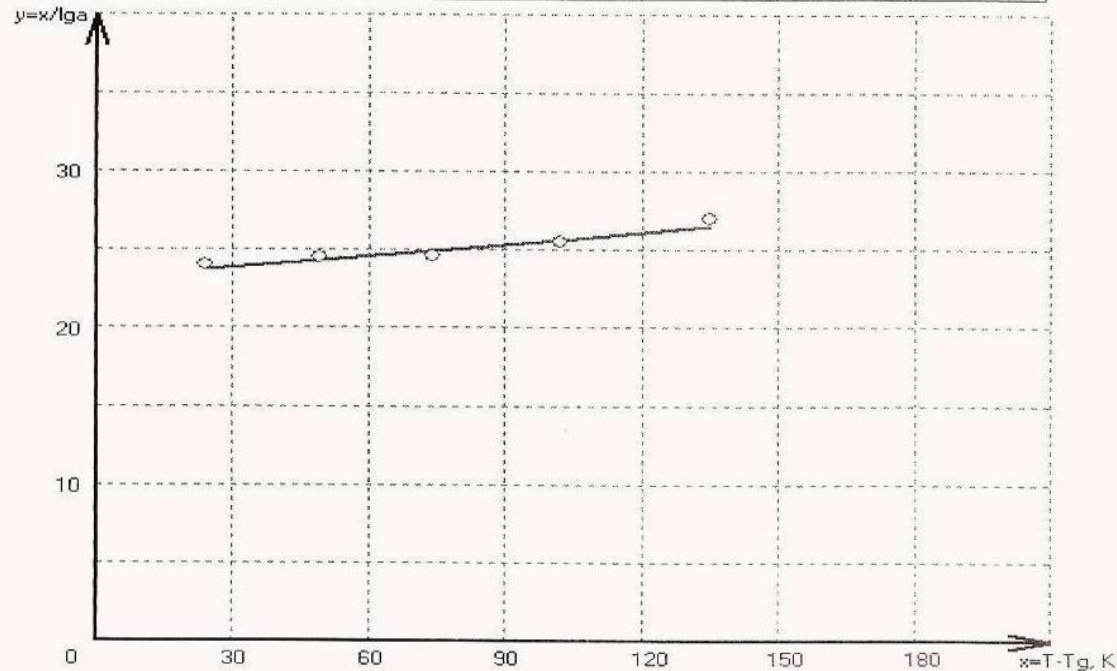


Рис.2. График температурной зависимости вязкости в координатах уравнения ВЛФ для стекла PbO₃₅SiO₆₅

Таблица 2. Фрагильность халькогенидных стекол, определенная по формуле (1.2), и результаты расчета m по уравнению Вильямса-Ландела-Ферри

№	Содержание окисла, мол. %	T_g, K	C_1	C_2, K	$m = \frac{C_1 T_g}{C_2}$	m (1.2)
	РЬО		РЬО - Si O ₂			
1	20	808	19	543	28	30
2	30	765	21	501	33	33
3	33.3	749	22	490	34	34
4	35	746	30	688	33	34
5	40.1	728	27	562	35	36
6	42.1	702	34	660	36	-
7	45	697	18	333	39	39
8	48	675	33	552	41	42
9	49.6	675	22	301	50	47
10	50	673	50	856	40	43
11	55	646	81	1272	41	43
12	60	640	188	2780	43	43
13	63	632	93	1180	50	52
14	66	618	26	262	61	53

Заключение

- В результате работы изучено понятие хрупкости стеклообразных систем, освоена методика определения хрупкости.
- На основе экспериментальных данных о вязкости определена хрупкость 19 составов свинцово-силикатных стекол.
- Установлена количественная связь хрупкости стекол с параметрами уравнения Вильямса-Ландела-Ферри (ВЛФ).
- Определены значения постоянных уравнения ВЛФ (табл.2.2)
- Результаты расчетов находятся в согласии с данными непосредственного определения хрупкости по известной методике.

Спасибо за внимание!!!