

Влияние термобарической истории на свойства стекол пропиленкарбоната

И.В. Данилов^{1,2}, Е.Л. Громницкая¹, В.В. Бражкин¹

¹Институт физики высоких давлений им. Л. Ф. Верещагина РАН

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

Стекла и аморфные твердые вещества являются хорошими примерами метастабильных неэргодических систем. Их свойства должны зависеть не только от внешних макропараметров, таких как давление и температура, но и от времени наблюдения и термобарической истории [1]. Структура и физические характеристики стекол зависят от пути и времени получения их в (T - P) координатах. В данной работе мы провели сравнительное ультразвуковое исследование упругих свойств стекловидного пропиленкарбоната, полученного различными путями на (T - P) диаграмме. Пропиленкарбонат является широко известным молекулярным стеклообразующим веществом ($T_g = 158$ К), изученным ранее [2]. В этой работе стекловидный пропиленкарбонат был получен двумя способами. В первом способе, стекло было получено при резком охлаждении жидкости от комнатной температуры до 78 К при 0,1 ГПа (стекло низкого давления – low pressure glass (LPG)). Второй способ получения стекол включает сжатие жидкости при комнатной температуре до 1 ГПа, охлаждение жидкости до 78 К при 1 ГПа и последующей декомпрессии до 0,1 ГПа (стекло высокого давления – high pressure glass (HPG)). Затем был выполнен сравнительный анализ барических и температурных зависимостей упругих свойств этих стекол.

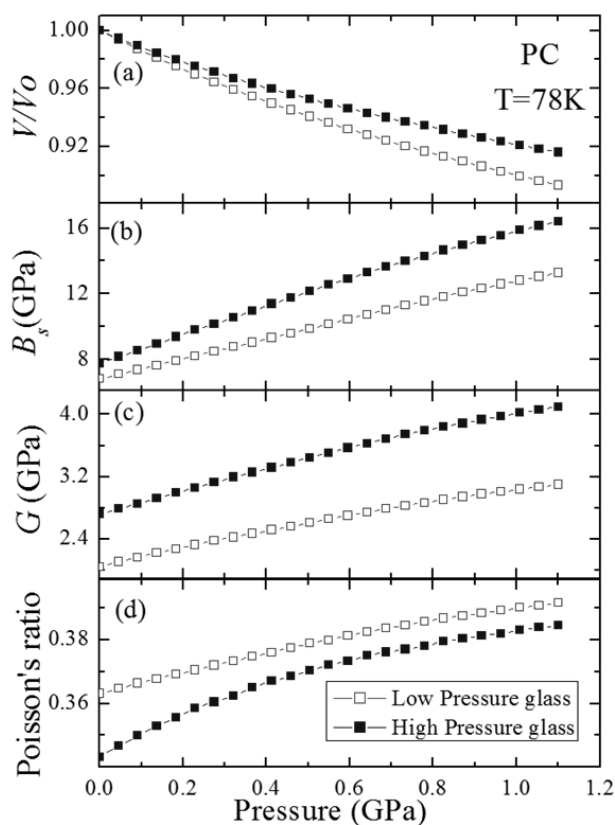


Рисунок 1. Барические зависимости упругих свойств двух типов стекол при 78К

Барические зависимости упругих характеристик и сжатия обеих групп стекол пропиленкарбоната полностью обратимы и практически линейны за исключением коэффициента Пуассона HPG (рис.1). Несмотря на то, что разница в плотностях достаточно мала, стекла имеют существенно различные упругие свойства: модуль объемной упругости B для HPG на 10-20% больше, чем LPG. Разница в модуле сдвига G составляет 35-40% (!). Сравнительные исследования двух типов стекол были выполнены также при изобарическом отогреве LPG и HPG при низком давлении 0,1 ГПа и при высоком давлении 1 ГПа (рис.2). Начальные значения продольной скорости v_l для LPG и HPG в процессе нагрева при низком давлении 0,1 ГПа отличаются

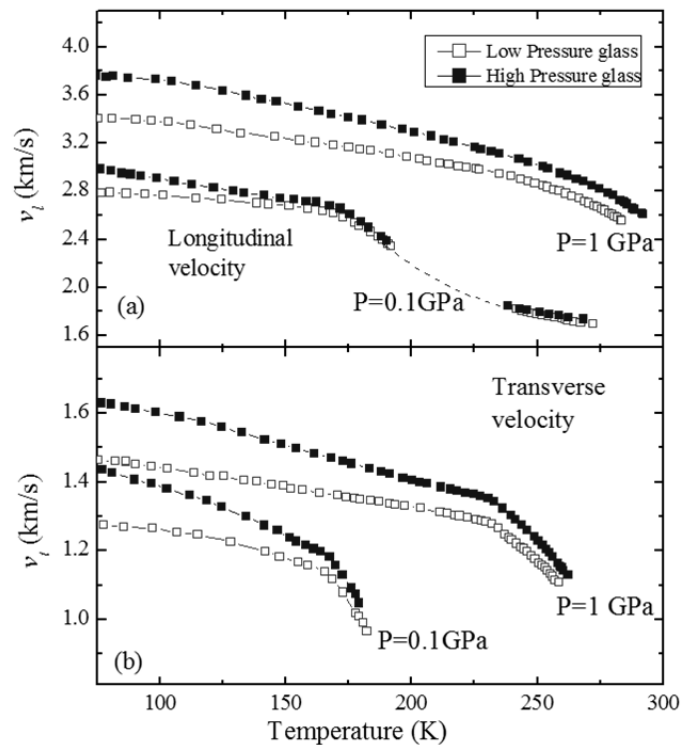


Рисунок 2. Температурные зависимости продольной и поперечной скоростей ультразвука при изобарических отогревах.

незначительно ($\approx 4\%$), различия исчезают вовсе при $T > 120$ К. Эти скорости, очевидно, совпадают в релаксированном жидком состоянии. В то же время скорости v_t сдвиговой ультразвуковой волны в LPG и HPG при низких температурах значительно отличаются ($\approx 11\%$), в согласии с заметной разницы между модулями сдвига G . Выше температуры стеклования (167 К) (в области существования жидкой фазы) скорости поперечных волн начинают приближаться друг к другу. Поведение при высоком давлении $P=1$ ГПа аналогично, но существенное различие в обеих скоростях имеет место при всех температурах, так как температура стеклования при давлении 1 ГПа высока (233 К), и расплавы находятся в вязком состоянии до комнатной температуры.

Литература

1. Gupta P. K.; Mauro J. C. The Laboratory Glass Transition // J. Chem. Phys. 2007, №126, P. 224504.
2. Kondrin M. V.; Gromnitskaya E. L.; Pronin A. A.; Lyapin A. G.; Brazhkin V. V.; Volkov A. A. Dielectric Spectroscopy and Ultrasonic Study of Propylene Carbonate under Ultra-high Pressures // J. Chem. Phys. 2012, №137, P. 084502