

ВРЕМЯ СПИН-РЕШЕТОЧНОЙ РЕЛАКСАЦИИ В ШЕСТИФТОРИСТОЙ СЕРЕ В ОБЛАСТИ КРИТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

О. П. Ревкоатов, С. В. Парфенов

Исследования процессов переноса в окрестности критической точки жидкость – пар методом ядерного магнитного резонанса весьма существенны при изучении проблемы жидкого состояния. В связи с этим представляют интерес исследования поведения в этой области времени спин-решеточной ЯМР релаксации T_1 , которое определяется в жидкости характером собственного теплового движения отдельных молекул и их ближайших соседей.

В настоящее время уже имеются работы, в которых исследована зависимость времени спин-решеточной релаксации от температуры вдоль кривой сосуществования жидкость – пар в различных веществах [1 – 3], однако до сих пор не было проведено детальных исследований поведения T_1 при постоянной плотности, когда расстояния между молекулами в среднем остаются постоянными и T_1 при изменении температуры зависит только от характера и скорости теплового движения молекул.

Нами была исследована зависимость времени спин-решеточной релаксации T_1 от температуры для ряда изохор и вдоль кривой сосуществования жидкость – пар в шестифтористой сере SF_6 ¹⁾.

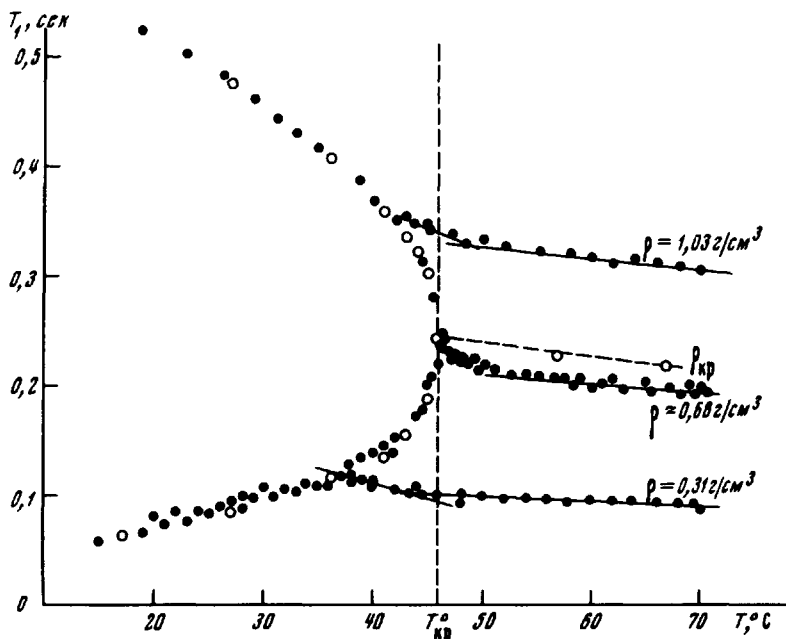
Шестифтористая сера является удобным объектом для таких исследований. Ее критические параметры ($P_k = 37$ атм, $T_{кр} = 45,5^\circ C$) позволяют относительно просто проводить измерения в критической области. Времена спин-решеточной релаксации в SF_6 малы, что ускоряет процедуру измерений. Сферическая форма ее молекул дает возможность сравнивать получаемые экспериментальные результаты с теоретическими при минимальном числе произвольных предположений [5].

Измерения проводились на импульсном ЯМР спектрометре, изготовленном на кафедре молекулярной физики МГУ, а также на спектрометре ВКР322s фирмы "Брукер". Ошибка отдельного измерения T_1 была не больше 2% (в газовой фазе – 3,0%).

Исследуемое вещество помещали в ампулу из стекла "Pyrex" с внутренним диаметром 5 мм и длиной 70 мм. Для исключения влияния силы тяжести на результаты при измерении вдоль изохор ампулы располагали горизонтально. При измерениях вдоль кривой сосуществования положение ампулы не влияло практически на измеренную величину T_1 . Концентрация примесей в использованных образцах SF_6 – не более 0,01% [4].

¹⁾ SF_6 использованная в работе была предоставлена нам лабораторией физхимии высоких давлений государственного института азотной промышленности.

В работе использован жидкостной термостат. Точность фиксации температуры образца была не хуже $0,05^\circ\text{C}$, градиент вдоль ампулы меньше $0,05^\circ\text{C}$. Образец выдерживался перед измерением каждой точки при постоянной температуре в течение 1 – 1,5 часов. За это время устанавливалось стационарное значение T_1 во всем исследованном диапазоне температур и плотностей. Экспериментальные результаты приведены на рисунке. Из приведенных на рисунке данных следует, что при температурах выше температуры расслоения наклон



Зависимость времени спин-решеточной релаксации T_1 в SF_6 от температуры и плотности: \circ – данные работы [4], \bullet – данные авторов. Резонансная частота $\nu_0 = 18 \text{ МГц}$

кривых возрастает при приближении к температуре образования двух фаз для всех измеренных плотностей. Такая зависимость, по-видимому, связана с тем, что локальная плотность вещества начинает отличаться от средней плотности в образце при приближении к температуре перехода в двухфазовую систему. Подобную зависимость для вязкости наблюдали в работе [6]. Измеренная нами зависимость T_1 от температуры вдоль кривой сосуществования жидкость – пар хорошо совпадает с результатами работы [5].

Для детальной интерпретации полученных результатов необходимо знать поведение коэффициента самодиффузии D и времени поперечной ЯМР релаксации T_2 в той же области температур.

Результаты таких исследований будут опубликованы в следующей работе.

Московский
государственный университет
им. М.В.Ломоносова

Поступила в редакцию
27 декабря 1971 г.

Литература

- [1] W.R.Hackelmann, P.S.Hubbard. J. Chem. Phys., 39, 2688, 1963.
 - [2] N.J.Trappeniers, C.J.Gerritsma, P.H.Oosting. Phys. Lett., 16, 44, 1965.
 - [3] N.J.Trappeniers, K.O.Prins. Physica , 33, 435, 1967.
 - [4] Л.А.Макаревич, Е.С.Соколова. Письма в ЖЭТФ, 4, 409, 1966.
 - [5] J.K.Tison, E.R.Hunt. J. Chem. Phys., 54, 1526, 1971.
 - [6] J.Kestin, J.A.Whitelaw, T.F.Zien. Physica, 30, 161, 1964.
-