

УДК 621.3.029.65:577

МОЛЕКУЛЯРНА БІОФІЗИКА

СВОЙСТВА РАСТВОРА ГЛИЦИНА В ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР 20°-70°С ПО ДАННЫМ СВЧ-ДИЭЛЕКТРОМЕТРИИ И ВИСКОЗИМЕТРИИ

Г.М. Глибицкий

*Институт Радиофизики и электроники НАН Украины им. А.Я. Усикова,**г. Харьков 310085, ул. Ак. Проскуры, 12.*

Поступила в редакцию 8 октября 1999 г.

Проведено исследование изменения вязкости и времени релаксации 20% раствора глицина в интервале температур 20-70°С. Методика измерения вязкости описывается. Приводятся данные расчета статической проницаемости и времени релаксации по модели Дебая, учитывающей среднее время релаксации в растворе. Обсуждается отличие рассчитанных величин от значений, измеренных альтернативными методами. Предлагается возможный механизм, объясняющий изменение параметров в диапазоне температур.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: глицин, время релаксации, диэлектрическая проницаемость, водные растворы.

Как известно [1], измерения диэлектрических свойств растворов дают информацию о структуре гидратного окружения растворенных молекул. При этом использование данных совместных вискозиметрических измерений позволяет расширить диапазон исследуемых параметров растворов. В этом случае появляется возможность провести разделение между временем релаксации всей молекулы и временем релаксации групп, проводить анализ изменения свободной энергии, теплоты и энтропии активации и аналогичные параметры активации вязкостного процесса [2]. Целью данной работы является исследование релаксационных параметров растворов глицина в диапазоне 20°-70°С.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для приготовления 20% растворов глицина в дистиллированной воде использовался химически чистый препарат фирмы "REANAL". Измерения относительной вязкости растворов проводились с помощью термостабилизированного вискозиметра Оствальда (рис.1). Вязкость растворов рассчитывалась из соотношения [3]

$$\eta = \eta_0 s t / s_0 t_0$$

где η , η_0 - вязкости раствора и растворителя, S , S_0 - плотности раствора и растворителя; t , t_0 - соответствующие времена протекания через капилляр.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Плотность раствора изменялась практически линейно от 1.07 г/см³ при 20° С до 0.88 г/см³ при 70°С. Зависимость изменения вязкости раствора от температуры изображена на рис.2. Относительная погрешность измерения плотности и вязкости не превышает соответственно 5 % и 8%.

Как следует из теории Дебая, время релаксации может быть рассчитано из выражения [4]:

$$\varepsilon' = \varepsilon_\infty + (\varepsilon_s - \varepsilon_\infty) / (1 + (\omega\tau)^2) \quad (1)$$

$$\varepsilon'' = \varepsilon_\infty + (\varepsilon_s - \varepsilon_\infty) \omega\tau / (1 + (\omega\tau)^2) \quad (2)$$

где ε_∞ и ε_s - предельная высокочастотная и статическая диэлектрические проницаемости, ω - круговая частота, τ - время релаксации.

Для расчета времени релаксации использовались значения комплексных составляющих $\varepsilon^* = \varepsilon' - j\varepsilon''$ из работы [5]; при этом была учтена систематическая погрешность, определяемая как разность между

Свойства раствора глицина в интервале температур...

измеренным значением проницаемости при данной температуре для воды и расчетным значением проницаемости для той же температуры и частоты [6]. Зависимости ϵ' , ϵ'' и τ от температуры изображены на рисунках 3 и 4.

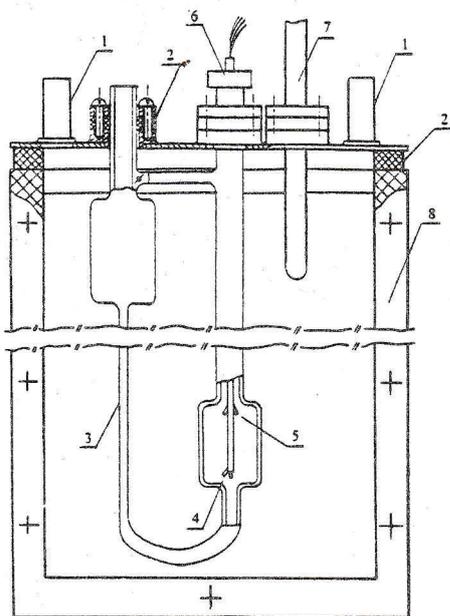


Рис.1. Конструкция вискозиметра.

1-оливки для подачи воды из термостата; 2-резиновые уплотнители; 3-измерительный капилляр; 4,5 -контактные пары, при замыкании которых раствором производится включение и выключение секундомера; 6-вставка со стержнем, на котором крепятся контактные пары; 7-термометр; 8-корпус камеры.

С целью проверки адекватности применения модели Дебая в расчетах параметров раствора были подсчитаны величины статической проницаемости по нашим данным (табл.1) и по данным измерений комплексной проницаемости других авторов (табл.2) при температуре 20°C и концентрации 1М (для сравнения с величинами статической проницаемости, полученными из эксперимента на низкой частоте, в таблицах приведены величины ϵ_{sg} , взятые из [7]). Как можно видеть, расчетные и экспериментальные величины существенно различаются.

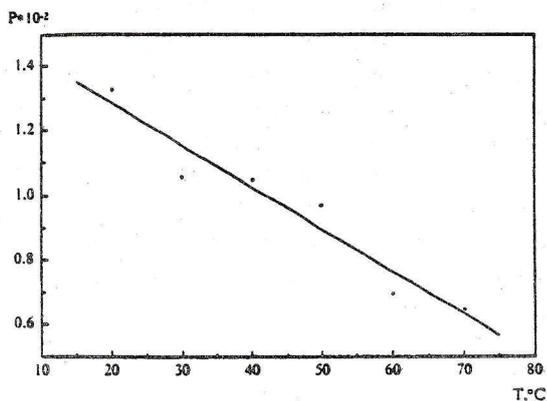


Рис.2.

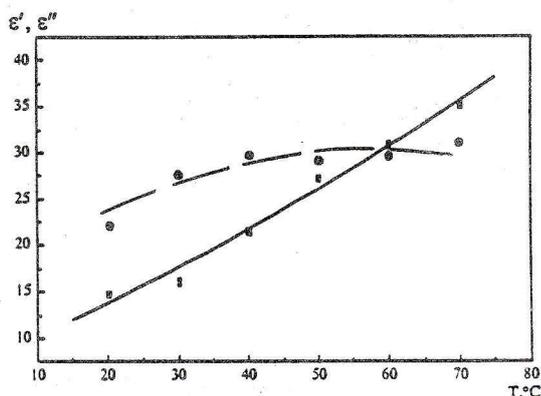


Рис.3. Сплошная линия соответствует зависимости ϵ' ; пунктирная линия - зависимости ϵ'' .

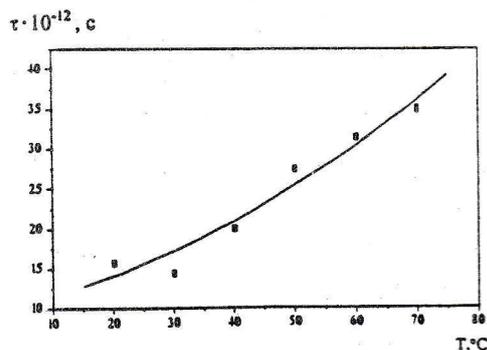


Рис.4

Это можно объяснить [8] существованием в растворе глицина нескольких релаксационных процессов:

$$\tau_c = \sum C_i \tau_i$$

где τ_c - среднее время релаксации, C_i - коэффициенты, характеризующие вклад каждого типа релаксации; τ_i соответствуют процессам, созданным гидратированными мультимерами и мономерами цвиттерионов глицина (в первом приближении $i=2$). В связи с этим приведенные расчеты по модели Дебая могут отражать только качественный характер изменения свойств раствора с изменением температуры. При этом увеличение времени релаксации с ростом температуры может являться результатом распада мультимеров глицина (вносящих незначительный вклад в среднее время релаксации) и, соответственно, увеличением доли мономеров глицина, вносящих больший вклад в величину τ_c . Для получения количественных данных о распределении релаксационных процессов при изменении температуры необходимо провести измерения в широком диапазоне частот.

Таблица 1

T, °C	ϵ_s	ϵ_{SB}
20	16.6	130
30	17.9	-
40	26.6	-
50	40.2	-
60	50.6	-
70	63.7	-

Таблица 2.

f, MHz	ϵ'	ϵ''	ϵ_s	ϵ_{sd}
7462	65.2	37.1	223.7	100
9287	59.2	37.1	174.8	
9463	61.4	38.2	184.3	
14285	44.5	37.1	89.2	
21428	31.2	35.5	45.47	
35294	19.1	28.9	22.4	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандт А.А. Исследование диэлектриков на сверхвысоких частотах. М. Физматгиз, 1963. 404 с.
2. Ахадов Я.Ю. Диэлектрические свойства бинарных растворов. М., Наука, 1977, 400 с.
3. Оствальд В., Лютер Р., Друкер Д. Физико-химические измерения. Л. Госхимтехиздат, 1934, ч.1., 279 с.
4. Дебай П., Полярные молекулы. ГТТИ, 1931, 240 с.
5. Глибицкий Г.М. // Биофиз. вісник. 1999, N4, с.31-34.
6. Глибицкий Г.М. // Радиофизика и электроника. 1997. Т. 2, № 2, с. 156-159.
7. Grant E.H. Sheppard R.J., South G.P. Dielectric behavior of biological molecules in solution. Oxford, Clarendon press 1978.
8. Зулфугурзаде К.Э., Мирзоев Ф.Г., Иманов Л.М. // Изв. АН Азерб. ССР. 1979, № 4, с. 111-114.