

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ СУЛЬФИДА КАДМИЯ И ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА

Р. Г. Гаджимамедов, М. Б. Мурадов, Г. М. Эйвазова
Бакинский Государственный Университет

Наночастицы сульфида кадмия, полученные из растворов электролитов в полимерной матрице были сформированы методом послойной хемосорбции ионов. В качестве источников катионных и анионных подрешеток были использованы электролиты солей $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ и Na_2S , растворенные в этиленгликоле. Процесс формирования начинался с сорбции ионов кадмия. Концентрация в обоих растворах составляла 0.2 М. Были получены образцы $\text{CdS}:\text{ПВС}$ (поливиниловый спирт) с разными размерами частиц.

Были изучены частотные зависимости диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь ($\text{tg}\delta(\nu)$) этих образцов при различных температурах для разных циклов формирования наночастиц.

Рентгенографические исследования полученных образцов показали что, полученные наночастицы сульфида кадмия имеют кубическую фазу. С увеличением количества циклов полуширина дифракционных максимумов уменьшается, что свидетельствует об укрупнении размеров частиц.

На рис.1 показаны частотные зависимости диэлектрической проницаемости (ϵ) при различных температурах. Видно, что характер изменения ϵ от частоты имеет релаксационный характер, который выражается монотонным снижением ϵ с ростом частоты для всех измеренных температур. Такой характер изменения соответствует дипольной и миграционной поляризациям. Так как с ростом температуры уменьшается время релаксации диполей, т.е. увеличивается их подвижность, то это приводит к росту значения диэлектрической проницаемости. Спад ϵ в зависимости от частоты объясняется запаздыванием диполей и уменьшением числа частиц, участвующих в поляризации. Эти запаздывания в дипольных вращениях показывают себя в кривых $\text{tg}\delta(\nu)$ образуя максимумы. Если учесть специфику наших материалов, где как матрица использовалась ПВС, а в качестве наполнителя наночастицы CdS , то можно утверждать, что в них должны преобладать дипольная и миграционная поляризации. Как известно, ПВС по структуре состоит из двух фаз, аморфной и кристаллической. При температуре (70-80) °С преобладает кристаллическая фаза. В исходном материале, т.е. в ПВС основными могут быть дипольная поляризация (ПВС является сильно полярным полимером) и миграционная поляризация между кристаллической структурой и аморфной фазой. Электронно-ионные процессы в нанокompозите обусловлены миграционной поляризацией, происходящей в межфазной границе между матрицей и наполнителем и дипольной поляризацией в матрице [1,2].

В качестве подтверждения высказанного о диэлектрической проницаемости рассмотрим связанное с ней изменение диэлектрических потерь в зависимости от частоты. На рис.2 представлена частотная зависимость диэлектрических потерь для композитов $\text{ПВС}/\text{CdS}$. Из зависимостей видно, что они имеют характерные для миграционной и дипольной поляризаций максимумы, смещающиеся в сторону высоких частот с увеличением температуры измерения. Появление первого низкочастотного максимума может быть связано межфазной поляризацией между кристаллическими и аморфными областями матрицы и миграцией зарядов в наночастицах с накоплением их на межфазной границе между матрицей и наполнителем. Если по справочным данным электрофизических параметров составляющих композита приблизительно оценить частоту возникновения максимума соответствующей миграционной поляризации по [3], то получится, что он должен находиться в области около нескольких килогерц, что и наблюдается экспериментально. Второй, относительно высокочастотный максимум, по нашему мнению, является релаксационным и связан с дипольной поляризацией, как в

полимере, так и в матрице композита. На частотных зависимостях оба максимума имеют достаточно широкий интервал. Распределение времени релаксации обусловлено разностью электропроводности матрицы и наполнителя, за счет неодинаковой формы, размера и ориентаций наночастиц. Увеличение числа циклов формирования приводит к появлению новых центров роста в объеме матрицы, увеличению концентрации и изменению размеров наночастиц в широком пределе. Увеличение концентрации, в свою очередь, приводит к росту эффективной поверхности наночастиц и, соответственно, к увеличению поверхности межфазной границы, а это сопровождается увеличением числа мигрирующего заряда. Увеличение мигрирующего заряда обуславливает рост связанного с ним тангенса угла диэлектрических потерь и его распределение по частоте. Это отражается в увеличении полуширины максимума, соответствующей миграционной поляризации в зависимости $\text{tg}\delta \sim f(\nu)$. Наблюдаемый при относительно низких температурах и частотах широкий максимум, не зависящий от частоты, по нашему мнению, связан с десорбцией различных включений и влаги адсорбированной при формировании нанокompозита.

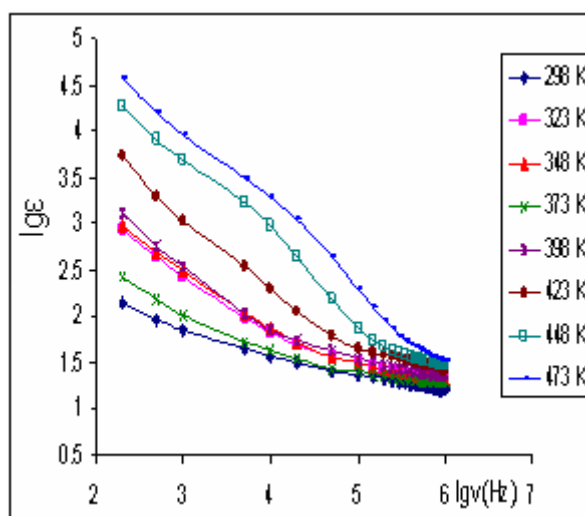


Рис. 1 Частотная зависимость диэлектрической проницаемости при разных температурах.

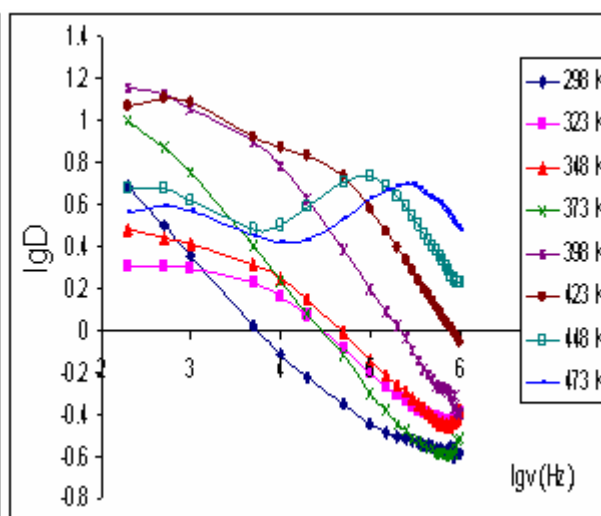


Рис. 2 Частотная зависимость тангенса угла диэлектрических потерь при разных температурах.

Результаты изучения диэлектрических свойств композитов на основе полимерной матрицы ПВС с наночастицами CdS позволяют сказать, что на частотные зависимости $\epsilon(\nu)$ и $\text{tg}\delta(\nu)$ сильно влияют эффекты релаксационной поляризации в матрице и в композите в целом. Эти эффекты являются результатом миграции зарядов и дипольной поляризации в полимерной матрице. Миграция зарядов происходит в кристаллической части матрицы и в полупроводниковых наночастицах, с последующим накоплением их в межфазной границе. Увеличение температуры измерения приводит к смещению максимума частотной зависимости в сторону высоких частот.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Энциклопедия полимеров, М. II том, 1032 с., 1974.
- [2] Б.М. Тареев, Н.В. Короткова, А.А. Преображенский, Электрорадио материалы, Москва, Высшая школа 336 с., 1978.
- [3] Электрические свойства полимеров, п.р. Б.И. Сажина, Л., Химия, 224 с., 1986.