

PHYSICAL SCIENCES

STUDY OF DIELECTRIC LOSSES AND CONDUCTIVITY OF POLYPHENYLENE POLYMER SEMICONDUCTOR WITH METHOXYL SUBSTITUTES

Khalilov S.

Candidate of Physical and Mathematical Science, Associate Professor of the Department of Engineering Physics and Electronics, Azerbaijan Technical University

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИЕЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ И ПРОВОДИМОСТИ ПОЛИМЕРНОГО ПОЛУПРОВОДНИКА ПОЛИФЕНИЛЕНА С МЕТОКСИЛЬНЫМИ ЗАМЕСТИТЕЛЯМИ

Халилов С.Х.

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Инженерная физика и электроника», Азербайджанского Технического Университета
<https://doi.org/10.5281/zenodo.11390749>

Abstract

The external temperature dependences of $\text{tg}\delta$ and σ in polydimethoxyphenylene are associated with reversible structural changes, which leads to a change in the conditions of charge transfer by π -electrons depending on temperature. With a change in temperature, the number of coplanar π - electrons and their drift mobility change, the sizes of blocks effectively confrontation decrease due to the violation of the coplanarity of π - electrons.

Аннотация

Обнаруженные температурные зависимости $\text{tg}\delta$ и σ в полидиметоксифенилена связаны с обратимыми структурными изменениями, который приводит к изменениям условий переноса заряда π электронами в зависимости от температуры. С увеличением температуры число копланарных π – электронов и их дрейфовая подвижность меняется, размеры блоков эффективного сопряжения уменьшаются вследствие нарушения копланарности π – электронов.

Keywords: Polydimethoxyphenylene, dielectric loss tangent, conductivity, π – electrons, coplanarity.

Ключевые слова: Полидиметоксифенилен, тангенс угла диэлектрических потерь, проводимость, π – электроны, копланарность.

Введение.

Исследование специфических свойств полимеров, особенности полимерных полупроводников. чаще всего приводят к новым рекомендациям для технических приложений этого класса соединений.

Электропроводящие полимеры и на их основе композиционные материалы могут быть легкими и прочными токопроводящими элементами. Они могут быть использованы как антистатические покрытия и материалы, поглощающие электромагнитное излучение в различных диапазонах длин волн.

Ещё давно литературе сообщалось, что в полиазофениленах и полисемихинонах наблюдается обратимое уменьшение проводимости в процессе прохождения через полимер постоянного тока. Показано, что явление не связано с ионным механизмом проводимости и не обусловлено десорбцией газов при прогреве [1,2].

В полифениленах, с боковыми группами в определенных условиях также наблюдается обратимое изменение электропроводности при выдержке образцов в постоянном электрическом поле. Для изучения явления нами привлекались диэлектрические методы исследования, которые могут служить важным источником информации о межмолекулярном взаимодействии. Объекты ис-

следования-полифенилен с метоксильным заместителем, синтезировались в гептане (следует отметить что химический условие получения полифенилена сильно действует его некоторых физических свойств). Измерения проводились на таблетированных порошках и широком температурном интервале и в диапазоне частот $5 \cdot 10^4 \div 10^7$ Гц.

«Q-метр» фирмы ТЕСЛА.

При измерениях получены следующие диэлектрические и электрические характеристики. В температурной зависимости $\text{tg}\delta$ (тангенс угла диэлектрических потерь) обнаруживается максимум (Рис 1). С увеличением частоты измерительного напряжения $\text{tg}\delta$ и максимума уменьшается, а температура, соответствующая этому максимуму и пределах точности измерений, остается неизменной. Последняя зависит от скорости нагрева образца. С ростом скорости нагрева температура максимума увеличивается. При скорости нагрева $0,5$ град/мин максимуму $\text{tg}\delta$ соответствует 40°C . При всех условиях измерений дисперсия емкости не обнаруживается. Из полученных данных следует, что максимум в температурной зависимости фактора диссипации не связан с резонансным поглощением мощности.

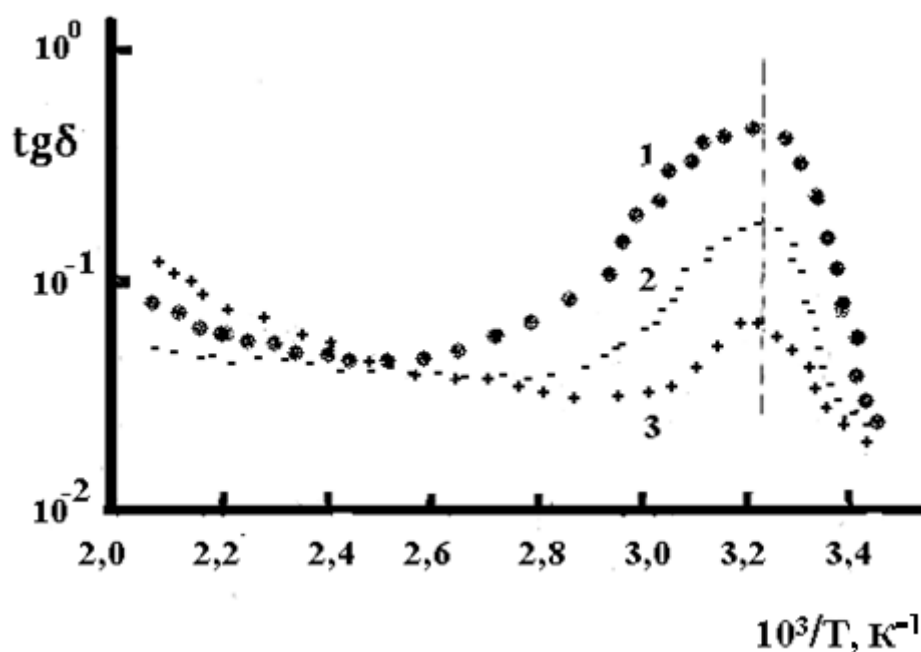


Рис. 1. Зависимость $\text{tg}\delta$ от T при разных частотах
 ν : 1- $5 \cdot 10^4$ Гц; 2- $6 \cdot 10^5$ Гц; 3 – $6 \cdot 10^6$ Гц

При исследовании на постоянном токе в зависимости удельной электропроводности σ от температуры обнаруживается максимум, величина и положение которого также зависит от скорости изменения температуры (Рис. 2).

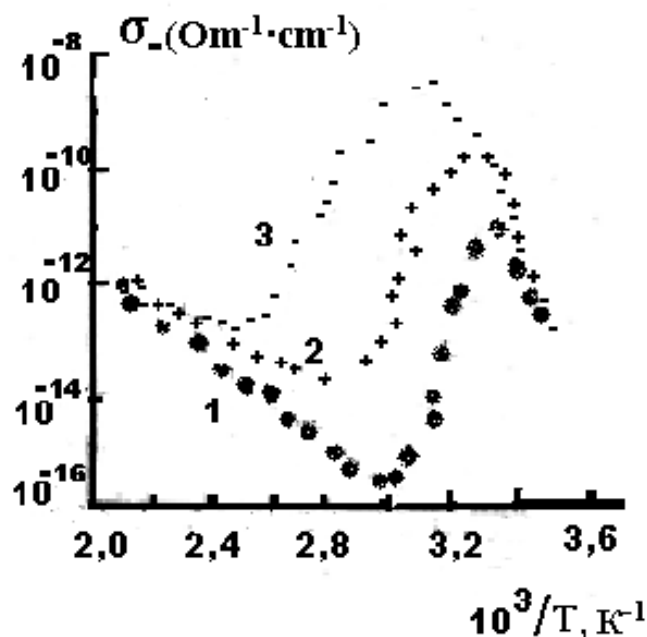


Рис. 2. Зависимость σ – от T
 скорости нагрева: 1 – $0,4 \frac{\text{град}}{\text{мин}}$; 2 – $1 \frac{\text{град}}{\text{мин}}$ и 3 – $7 \frac{\text{град}}{\text{мин}}$

При скорости нагрева 7 град/мин максимум удельной электропроводности соответствует 60°C . Увеличение скорости приводит к увеличению полуширины максимумов. Наблюдается хорошая корреляция результатов исследований на постоянном токе и диэлектрических измерений.

После прогрева с прохождением максимума и последующего быстрого охлаждения наблюдаются

переходные процессы вблизи комнатной температуры. Обнаруживается спонтанно нарастание $\text{tg}\delta$ и σ электропроводности до исходного стационарного значения. При комнатной температуре стационарное значение достигается в течение нескольких часов. Отметим, что характеристики с максимумом $\text{tg}\delta$ и удельной электропроводности могут быть воспроизведены многократно.

Вводы.

Обнаруженные температурные зависимости $\text{tg}\delta$ и σ в полидиметоксифенилена связаны с обратимыми структурными изменениями и объясняются характером электронного взаимодействия между молекулами. Сейчас твердо установленным фактом является то, что проводимость полимерных полупроводников связана с делокализованными копланарными π - электронами в макромолекулах [3,4,5]. По этому, по нашему мнению наблюдаемые характеристики следует связать с изменениями условий переноса заряда этими электронами в зависимости от температуры. С увеличением температуры число копланарных π – электронов и их дрейфовая подвижность меняется. В области уменьшения проводимости, с ростом температуры размеры блоков эффективного сопряжения уменьшаются вследствие нарушения компланарности π - электронов.

Список литературы:

1. Электрические свойства полимеров, под. редакцией Б.И.Сажина.,Изд.,Химия 1977.
2. Я.М.Паушкин,Т.П. Вишнякова ,А.Ф. Лушин, С.А. Низова Органические полимерные полупроводники,Изд.Химия,1971.
3. Органические полупроводники.,Изд.Наука, 1968.
4. Шукуров Д.Х.,Тураев Х.Х., Каримов М.У., // Использование полупроводниковых полимерных материалов и их специфические свойства// Современное состояние и перспективы науки о функциональных полимерах , Сборник статей Республиканской научно-практической конференции, 19-20 марта 2020 г.Ташкент. С. 24-25.
5. 5.Блайт Э. Электрические свойства полимеров / Э. Блайт, Д. Блур. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. -376 с.