

УДК 666.655

Золотаревський О.І.¹, Лушин С.П.²

¹ старш. лаб. НУ «Запорізька політехніка»

² канд. фіз.-матем. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРОВІДНОСТІ
П'ЄЗОКЕРАМІКИ ЦТС**

Досліджувалась частотна залежність питомої електричної провідності п'єзокераміки на основі твердих розчинів оксидів цирконата-титанату свинцю

– п'єзокераміки марки ЦТС-22. Зразок п'єзокераміки ЦТС-22 являв собою диск діаметром 12 мм і товщиною 1 мм з нанесеними за промисловою технологією срібними електродами шляхом впалювання пасти на його протилежні грані. Для вимірювань електричної провідності використовувалася схема, що дозволяє визначати електричний опір зразка.

Отримана частотна залежність питомої електричної провідності п'єзокераміки ЦТС-22 у діапазоні частот $0 < \nu < 200$ кГц. В інтервалі частот $0 < \nu < 10$ кГц відбувається суттєве зростання провідності з подальшим поступовим виходом на насичення при частотах $10 < \nu < 100$ кГц. У діапазоні частот $100 < \nu < 200$ кГц ступінь зростання провідності збільшується. На рис. 1 наведена залежність питомої електричної провідності п'єзокераміки ЦТС-22 від частоти змінної напруги в логарифмічних координатах.

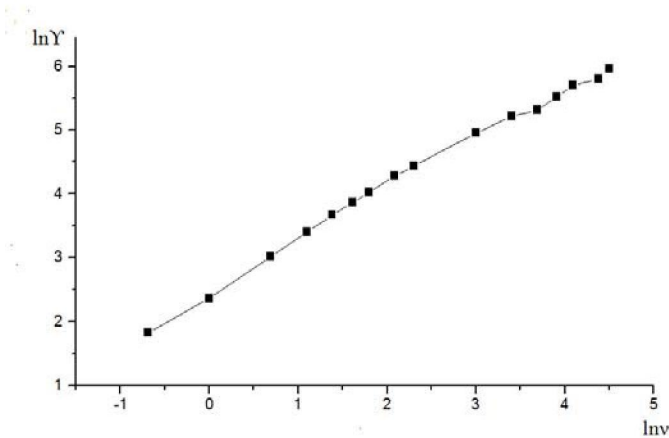


Рисунок 1 – Частотна залежність питомої електричної провідності п'єзокераміки ЦТС-22 в логарифмічних координатах.

Аналіз отриманої залежності показав, що вона має лінійний характер в інтервалі частот $0 < \nu < 10$ кГц і добре описується в рамках моделі Девіса-Мотта за допомогою формули Остіна-Мотта [1] або універсального ступеневого закону А. Іончера [2]:

$$\gamma \sim \nu^n, \tag{1}$$

де показник ступеневої функції може приймати значення $0,7 < n < 1$, не залежить від температури і зменшується із зростанням частоти:

$$n = 1 - \frac{4}{\ln\left(\frac{v_{ph}}{v}\right)} \quad (2)$$

де v_{ph} – частота фонона.

Значення показника ступеневої функції, отримане з графіка на рис. 1, на цій ділянці становить $n = 0,95$.

При частотах $v > 10$ кГц лінійний характер частотної залежності питомої електричної провідності п'єзокераміки порушується. У діапазоні частот $100 \text{ кГц} < v < 200 \text{ кГц}$ відбувається зростання електричної провідності п'єзокераміки, але характер її зміни теж не відповідає ступеневому закону. Відхилення від ступеневого закону при більших частотах обумовлено зменшенням діелектричної проникності п'єзокераміки, яка є полярним діелектриком. Відомо, що при частотах $v > 10$ кГц діелектрична проникність полярних діелектриків може суттєво знижуватись внаслідок того, що дипольна поляризація не встигає повністю встановлюватись за один півперіод, тобто час релаксації дипольних молекул стає більшим за півперіод прикладеного електричного поля [3].

Ступеневий характер залежності питомої електричної провідності п'єзокераміки ЦТС від частоти змінної напруги обумовлений стрибковим механізмом руху різних заряджених частинок у змінному електричному полі. Для стрибкового механізму електричної провідності застосовується формула Остіна-Мотта, в якій значення ступеня в діапазоні частот $v = 10 \dots 10^5$ Гц близьке до значення 0,8 і зменшується зі збільшенням частоти. Це відповідає даним, отриманим нами для п'єзокераміки ЦТС. Отримані результати дозволяють говорити про стрибковий механізм електричної провідності п'єзокераміки ЦТС в рамках моделі Девіса-Мотта.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мотт, Н. Электронные процессы в некристаллических веществах / Н. Мотт, Э. Дэвис. – М.: Мир, 1982. – 369 с.
2. Тареев, Б.М. Физика диэлектрических материалов / Б.М.Тареев. – М.: Энергоиздат, 1982. – 320 с.
3. Поплавко, Ю.М. Физика диэлектриков / Ю.М. Поплавко. – К.: Вища школа, 1980. – 400 с.