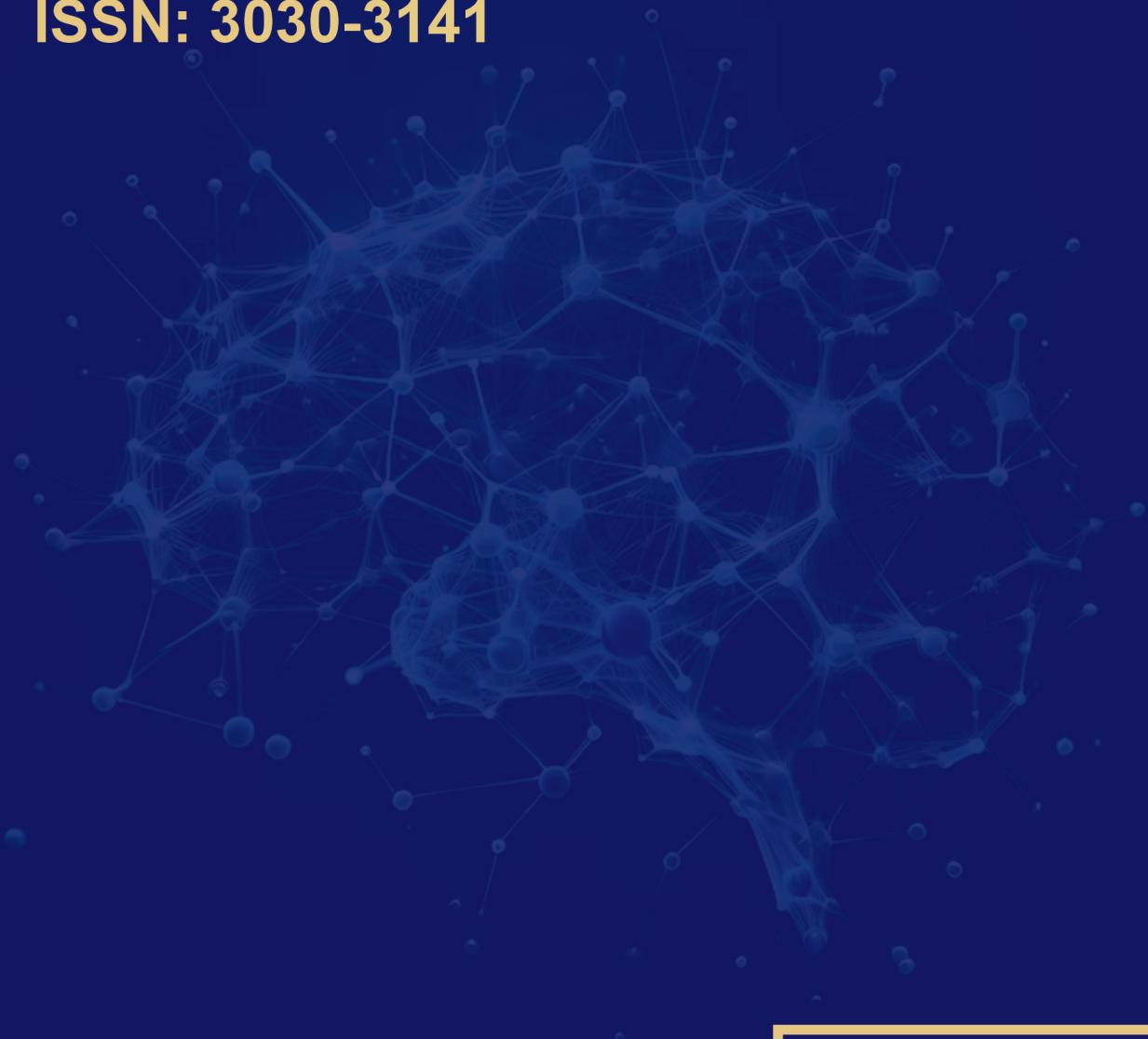




ACTA EDUCATION

ISSN: 3030-3141



**2025
N 1**

Acta Education

2025 2-Jild 1-son

Jurnal 2023 yilda tashkil etilgan.

Davriyligi: har chorakda.

Davriy nashrning rasmiy nomi: "Acta Education" (Ta'lif xabarlari). Jurnal Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan 30.08.2023 yilda ro'yxatdan o'tkazilgan, litsenziya raqami №122187. ISSN: 3030-3141

Jurnal: ilmiy-tadqiqot, ta'lif, pedagogika, ta'lif boshqaruvi, ta'lif uslubiyati va boshqa sohalar bo'yicha ilmiy maqolalar chop qiladi.

Jurnal ta'sischisi: "TASHKENT INTERNATIONAL UNIVERSITY OF EDUCATION" mas'uliyati cheklangan jamiyat.

Nashr etuvchi: Tashkent International University of Education

Xalqaro indeksi: ISSN 3030-3141 (Online).

Tahririyat telefoni: +998 (55) 512 2020(118), +998 (93) 375 5337

Počta manzili: Tashkent International University of Education, 100207, Toshkent sh., Yashnobod tumani, Tuzel-2, Imam Buxoriy ko'chasi, 31.

Web-sayt: www.actaeducation.uz

E-mail: actaeducation@tiue.uz

© Tashkent International University of Education LLC, 2023

Acta Education

2025 - Volume 2 Issue 1

The journal was founded in 2023

Frequency: quarterly

Official name of the journal: «Acta Education». The journal was registered with the Agency for Information and Mass Communications. Licence №122187. 30.08.2023 y. ISSN: 3030-3141

Journal: publishes scientific papers in the field of research, education, pedagogy, education and training management, teaching methodology and others.

The founder of the journal: "TASHKENT INTERNATIONAL UNIVERSITY OF EDUCATION" LLC (Limited Liability Company).

Publisher: Tashkent International University of Education

International indices: ISSN 3030-3141 (Online).

Editorial phone: +998 (55) 512 2020(118), +998 (93) 375 5337

Postal address for correspondence: Tashkent International University of Education, Imam Bukhari street 31, Tuzel-2, Yashnabad district, Tashkent 100207.

Web-site: www.actaeducation.uz

E-mail: actaeducation@tiue.uz

© Tashkent International University of Education LLC, 2023

Acta Education

2025 - Том 2 Выпуск 1

Журнал основан в 2023г.

Периодичность: ежеквартально

Официальное название журнала: «Acta Education» (Вестник образования). Журнал зарегистрирован в Агентстве информации и массовых коммуникаций. Лицензия №122187. 30.08.2023 г. ISSN: 3030-3141

Журнал: публикует научные статьи в области науки, образования, педагогики, управления образованием и обучением, методики преподавания и др.

Учредитель журнала: "TASHKENT INTERNATIONAL UNIVERSITY OF EDUCATION" LLC (Limited Liability Company).

Издатель: Tashkent International University of Education

Международный идентификатор: ISSN 3030-3141 (Online).

Телефон редакции: +998 (55) 512 2020(118), +998 (93) 375 5337

Почтовый адрес для корреспонденции: 100207 Республика Узбекистан, г. Ташкент, Яшнабадский район, Тузель-2, ул. Имама Бухари 31, Tashkent International University of Education.

Веб-сайт: www.actaeducation.uz

E-mail: actaeducation@tiue.uz

© Tashkent International University of Education LLC, 2023

ACTA EDUCATION

(2025)
Volume 2
Issue 1

TA'LIM XABARLARI

(2025)
Jild №2
1-Son

ВЕСТНИК ОБРАЗОВАНИЯ

(2025)
Том №2
Выпуск №1



ACTA EDUCATION EDITORIAL BOARD

Chairman (Chief editor): Baydjanov Maksudbek Islamdjanovich – PhD in Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor.

David Thompson – DSc in Physical and Mathematical Sciences, Professor.

Aajaz Ahmad Hajam - PhD in Commerce / Management

Sheraliev Oybek Rikhsillayevich – DSc in Economical Sciences, Professor.

Abdurakhmanov Umarbek – DSc in Physical and Mathematical Sciences, Professor.

Yusupov Maksudbek Sultanmuratovich – DSc in Physical and Mathematical Sciences, Professor.

Khalilov Umedjon Boymamatovich – DSc in Physical and Mathematical Sciences, Professor.

Razzakov Jamoliddin Inatullaevich – DSc in Chemical Sciences, Professor.

Rakhimov Rakhimbergan Yuldoshevich – DSc in Technical Sciences, Senior Researcher.

Khodjaev Nodir – PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Yusupov Jaloliddin Rasuljonovich – PhD in Technical sciences.

Karimov Rakhmat Rakhmanovich – PhD in Philosophical Sciences, Professor.

Saidova Kamola Uskanbaeva – DSc in Philosophical Sciences, Professor.

Chay Zoya Sergeevna – PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor.

Rakhimova Yayra Mahmudovna – PhD in Physical and Mathematical Sciences.

Rajabova Zukhra Sadullaeva – PhD in Historical Sciences, Associate Professor.

Abdullaev Nuraddin Kuranbaevich - PhD in Pedagogical Sciences

ACTA EDUCATION TAHRIRIYAT KENGASHI

Rais (Bosh muharrir): Baydjanov Maqsudbek Islamdjanovich – Fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent.

David Thompson – Fizika-matematika fanlari doktori, professor.

Aajaz Ahmad Hajam - Tijorat / Menejment fanlari bo'yicha Falsafa doktori (PhD).

Sheraliev Oybek Rixsillayevich – Iqtisod fanlari doktori, Professor.

Abdurakhmanov Umarbek – Fizika-matematika fanlari doktori, Professor.

Yusupov Maqsudbek Sultanmuratovich – Fizika-matematika fanlari doktori, professor.

Halilov Umedjon Boymamatovich – Fizika-matematika fanlari doktori, professor.

Razzoqov Jamoliddin Inatullayevich – Kimyo fanlari doktori, professor.

Raximov Raximbergan Yuldoshevich – Texnika fanlari doktori, Katta ilmiy xodim.

Xodjaev Nodir – Texnika fanlari nomzodi, dotsent.

Yusupov Jaloliddin Rasuljonovich – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD).

Karimov Rahmat Rahmanovich – Falsafa fanlari nomzodi, Professor.

Saidova Kamola Uskanbayeva – Falsafa fanlari doktori, professor.

Chay Zoya Sergeyevna – Fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent.

Rahimova Yayra Mahmudovna – Fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD).

Rajabova Zuhra Sadullayeva – Tarix fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent.

Abdullaev Nuraddin Kuranbaevich – Pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori PhD

«ActaEducation» elektron jurnali
Guvohnoma raqami №122187

ISSN 3030-3141

Founder: **Tashkent International University of Education**

Editorial board address: Imam Bukhari str. 31, Tuzel-2, Yashnabad district, Tashkent 100207, Uzbekistan

www.actaeducation.uz

actaeducation@tiue.uz

The electronic journal «ActaEducation» has a certificate No. 122187

ISSN 3030-3141

Ta'sischi: **Tashkent International University of Education**

Tahririyat manzili: 100207 O'zbekiston Respublikasi, Toshkent sh., Yashnabad tumani, Tuzel-2, Imom Buxoriy ko'chasi 31.

www.actaeducation.uz

actaeducation@tiue.uz

Электронный журнал «ActaEducation» имеет сертификат №122187

ISSN 3030-3141

Учредитель: **Tashkent International University of Education**

Адрес Редакции: 100207 Республика Узбекистан, г.Ташкент, Яшнабадский район, Тузель-2, ул. Имама Бухари 31.

www.actaeducation.uz

actaeducation@tiue.uz

MUNDARIJA / CONTENTS

Диэлектрическая проницаемость композиционных полимерных материалов на основе полиэтилена содержащих наночастицы меди	4
Dielectric permittivity of composite polymer materials based on polyethylene containing copper nanoparticles	4
Integrating corpus and discourse approaches to analyze terminological collocations in english and uzbek: a comparative study	9
Особенности управления образовательными учреждениями в Великобритании: теоретические и практические аспекты	13
Features of the management of educational institutions in the UK: theoretical and practical aspects	13
Turkiston jadidlari ta'lif islohotining ba'zi masalalari	19
Some issues of educational reform by Turkestan Jadids	19
Основные принципы системного подхода к организации образовательно-воспитательной деятельности госпитальной школы	23
The basic principles of a systematic approach to the organization of educational activities of a hospital school	23
Boshqaruv samaradoligini oshirishda ta'lif texnologiyalarining roli	27
The role of educational technologies in improving management effectiveness	27
Innovative strategies for enhancing the pedagogical competence of Russian language teachers	31
Psixodiagnostika metodikalari ilmiyligining psixometrika mezonlarini ta'minlash jarayonini optimallashtirishning ahamiyati	33
The importance of optimizing the process of ensuring the psychometric criteria of the scientificity of psychodiagnostic methodologies	33
Специфика управления персоналом в современных образовательных учреждениях	37
The specifics of personnel management in modern educational institutions	37

Диэлектрическая проницаемость композиционных полимерных материалов на основе полиэтилена содержащих наночастицы меди

Д. Сайдкулов¹, У. Абдурахманов¹, Я. Рахимова¹, Ш. Камилов¹, Н. Таратанов²,
М. Байджанов³

¹Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека

²Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

³Tashkent International University of Education

Citation: D.Saidkulov et.al. Dielectric permittivity of composite polymer materials based on polyethylene containing copper nanoparticles. Acta Education (2025) 2(1) 4–8. DOI: <https://doi.org/10.61587/3030-3141-2025-2-1-6-10>

Corresponding authors:
U.Abdurakhmanov
abdurakhmanov@yahoo.com

Аннотация. Созданы и изучены два вида композитных материалов, содержащих микро- и наночастицы меди в полиэтиленовой матрице. Статическая диэлектрическая проницаемость полиэтилена содержащего нано и микрочастицы меди измерены в окрестности переколяционного порога. Установлено, что ниже этого порога наблюдаются расхождения экспериментальных данных с предсказаниями современной теории неоднородных систем. Установлено, что в композитах на основе полиэтилена с наночастицами меди в области ниже порога протекания наблюдается дополнительный вклад в диэлектрическую проницаемость. Рассмотрены причины данного эффекта с учётом пространственной структуры материала в рамках модели, предложенной Balberg и его соавторами для композитных систем.

Ключевые слова: композиционный наноматериал, полиэтилен, медь, диэлектрическая проницаемость.

Dielectric permittivity of composite polymer materials based on polyethylene containing copper nanoparticles

D. Saidkulov¹, U. Abdurakhmanov¹, Y. Rakimova¹, Sh. Kamilov¹,
N. Taratanov², M. Baydjanov³

¹Mirzo Ulugbek National University of Uzbekistan

²Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia

³Tashkent International University of Education

Funding source for publication: Tashkent International University of Education.

Publisher's Note:
ActaEducation stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2023 by the authors. Licensee ActaEducation, Tashkent, Uzbekistan. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC-ND) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Abstract. Two types of composite materials containing copper micro- and nanoparticles in a polyethylene matrix have been created and studied. The static dielectric permittivity of polyethylene containing copper nano- and microparticles was measured near the percolation threshold. It has been established that below this threshold, discrepancies between experimental data and predictions from modern theory of heterogeneous systems are observed. It has been found that in polyethylene-based composites with copper nanoparticles, an additional contribution to dielectric permittivity is observed in the region below the percolation threshold. The reasons for this effect are considered, taking into account the spatial structure of the material within the framework of the model proposed by Balberg and his co-authors for composite systems.

Keywords: composite nanomaterial, polyethylene, copper, dielectric permittivity.

ВВЕДЕНИЕ

Путём термического разложения формиата никеля были получены композитные материалы с никельсодержащими наночастицами, зафиксированными в керамических и термостойких полимерных матрицах. Анализ концентрационной зависимости их электропроводности и диэлектрической проницаемости от объёмного содержания никеля показал, что данный метод позволяет формировать наночастицы в диапазоне 20–30 нм [1-3]. Однако низкая растворимость некоторых полимеров в органических средах создаёт ограничения для введения наночастиц с узким размерным распределением около 10 нм.

Использование полиэтилена в качестве матрицы для стабилизации наночастиц представляет значительный интерес, поскольку он обладает хорошими диэлектрическими свойствами, химической стабильностью, доступностью и легкостью переработки в изделия любой формы. Кроме того, полиэтилен является одним из первых полимеров, запущенных в серийное производство как в мире, так и в Республике Узбекистан после обретения независимости. Использование в качестве наполнителя наночастиц меди в составе композитов целесообразно ввиду их потенциала в медицине, сельском хозяйстве, катализе и сенсорных технологиях [4-5].

Авторами проф. С.П. Губином и проф. И.Д. Кособудским были предложены менее трудоемкие способы получения наночастиц металлов в средах полимерах. В данной работе используя этот метод получены серия порошкообразных композиционных медьсодержащих наноматериалов на основе полиэтилена [6]. Исследования с использованием электронной микроскопии подтвердили средний размер наночастиц меди в порядка 13 нм.

Целью данной работы является исследование концентрационной зависимости диэлектрической проницаемости композитов на основе полиэтилена содержащего нано и микрочастицы меди в окрестности переколяционного порога, а также анализ полученных результатов в рамках современной теории неоднородных систем для выяснения переноса носителей зарядов в них.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Для исследования были использованы два типа композитов: один содержащий наночастицы меди, другой – микрочастицы меди марки ПМС 1. Средний размер микрочастиц меди равен

3.5 мкм, который был определен **электронным микроскопом** марки BS242E (TESLA) (Чехословакия). Композиционный материал с микрочастицами меди был приготовлен смешиванием порошка меди с полиэтиленом (ПЭВД) в агатовой шаровой мельнице в течении 7 часов.

Медьсодержащие наночастицы были получены путем термораспада металла, содержащего соединения в полиэтиленовой (ПЭВД) матрице с последующим исследованием.

Серия композитных медьсодержащих наноматериалов, полученных в форме порошка коричневого цвета, характеризовалась различной массовой концентрацией металлической фазы (3, 5, 10, 20, 30, 40, 50 и 60%). Определение размеров металла, содержащих наночастицы, осуществлялось методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) с применением микроскопа JEOL JEM-1011 (ускоряющее напряжение 100 кВ). Подготовка образца включала диспергирование наночастиц в гексане с использованием ультразвуковой обработки и последующее нанесение суспензии на медную подложку, покрытую пленкой формвара и углерода. Исследования проводились на базе Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, а также с использованием метода Дебая-Шеррера для расчета размеров кристаллитов [7].

Состав полученных наночастиц изучали посредством рентгенофазового анализа. Рентгеноструктурные измерения проводились с использованием дифрактометра Rigaku TTRAX III (CuK α -излучение, $\lambda = 1,54056 \text{ \AA}$, графитовый монохроматор, напряжение 16 кВ) в лаборатории Института науки Вейцмана. Дифракционные данные сопоставлялись с референтной базой PDF2 Международного комитета JCPDS (версия 2004 года) для идентификации фазового состава.

Исследование электрофизических свойств проводилось на блочных образцах, имеющих геометрию таблеток (диаметр 15 мм, высота ~2 мм). Формование образцов осуществлялось методом горячего прессования, предусматривающим нагрев пресс-порошка до состояния вязкотекучести. Температура нагрева при горячем прессовании композитов на основе полиэтилена, содержащих микро- и нанодисперсные частицы меди, была установлена на уровне 230 °C.

Для определения статической диэлектрической проницаемости применялся метод экстраполяции частотной зависимости

диэлектрической проницаемости к нулевой частоте. Измерение емкости образцов осуществлялось в частотном диапазоне 20–200 Гц. Расчет диэлектрической проницаемости проводился с использованием следующего выражения:

$$\varepsilon(\omega) = \frac{C(\omega)h}{\varepsilon_0 S} \quad (1)$$

где $\varepsilon(\omega)$ – диэлектрическая проницаемость при заданной частоте; C – измеренная емкость образца; h – его толщина; S – площадь поверхности электродов, нанесенных на плоские грани образца; ε_0 – диэлектрическая постоянная.

Емкость образцов измерялась с использованием измерительного комплекса, включающего мост емкостей Е8-2 (Россия), генератор синусоидальных сигналов Г3-33 (Россия) и нуль-индикатор F510 (Россия).

Погрешность измерения статической диэлектрической проницаемости не превышала 2%.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования частотной дисперсии диэлектрической проницаемости композитных материалов на основе полиэтилена и наночастиц меди (рис. 1) свидетельствуют о наличии двух характерных областей частот, в которых наблюдается различное поведение диэлектрической проницаемости. В области низких частот (20 - 200 Гц) отмечается существенное уменьшение диэлектрической проницаемости с увеличением частоты, что объясняется механизмом Максвелла-Вагнера [8]. Данный механизм обусловлен поляризацией на границе раздела фаз вследствие различия в электропроводности полимерной матрицы и наночастиц меди. При дальнейшем увеличении частоты (200...103 Гц) величина диэлектрической проницаемости стабилизируется, что связано с уменьшением вклада межфазной поляризации.

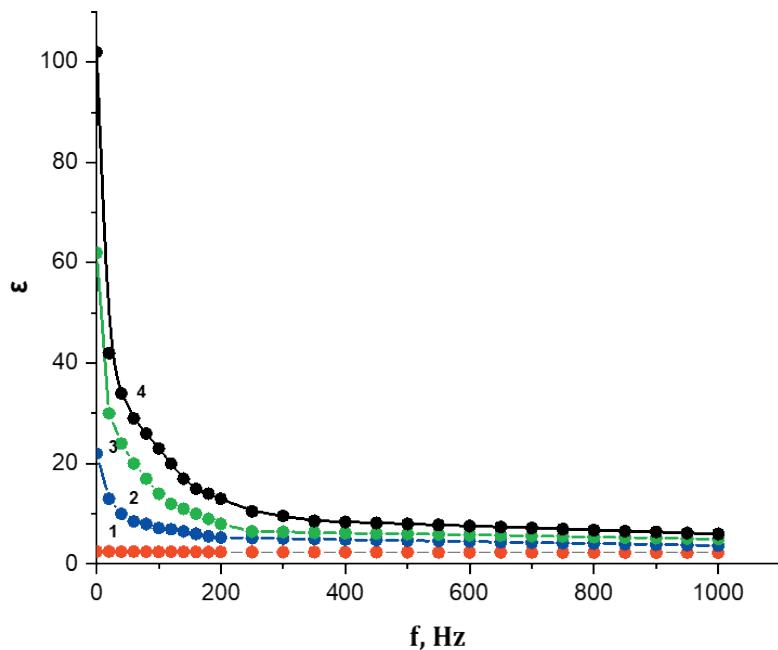


Рис. 1 Частотные зависимости диэлектрической проницаемости полиэтиленовых композитов с медными наночастицами: 1 – чистый полиэтилен; 2–4 – композитные материалы с объемной долей медных наночастиц 0,037, 0,061 и 0,092 соответственно.

Экспериментальные данные, характеризующие зависимость статической диэлектрической проницаемости ε от объемной концентрации наночастиц V в исследованных композитных материалах, представлены на рисунке 2. На данном рисунке также приведены результаты теоретического анализа, выполненного в рамках перколяционной теории

с применением следующего уравнения [9]:

$$\varepsilon(V) = \varepsilon_d \left(\frac{V_c - V}{V_c} \right)^{-q}, \quad V < V_c \quad (2)$$

где ε_d – диэлектрическая проницаемость полиэтиленовой матрицы, значение которой

принималось равным 2,26. Параметр V_c , соответствующий порогу перколяции, определялся на основе экспериментальных данных по электропроводности и составил 0,220 для композитов с микродисперсными частицами меди и 0,09 для композитов с наночастицами меди. Значение критического индекса q было выбрано равным 1, что соответствует случаю трехмерного распределения наполнителя.

Анализ частотной зависимости диэлектрической проницаемости показывает (рис.2), что для композитов, содержащих микрочастицы меди, экспериментально полученная зависимость ϵ от V соответствует модели, описанной уравнением (2). В то же время, для образцов с медными наночастицами наблюдаются отклонения от расчётных значений.

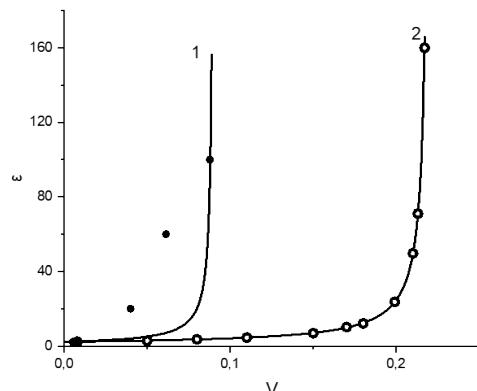


Рис. 2. Сравнение диэлектрической проницаемости композитов полиэтилен/медь (nano- и микрочастицы) в зависимости от концентрации наполнителя (V). Экспериментальные данные (точки/кружки) и теоретические расчеты по формуле (2) (сплошные линии).

Основываясь на качественной интерпретации резкого увеличения ϵ вблизи перколяционного порога и на физических представлениях об «иерархии» электрически связанных пространственных структур в композитах [10] принимая во внимание, что для соответствующих композитных материалов, изучаемых здесь, кривые V -зависимости для электропроводности [11] и диэлектрические проницаемости подобны, предложена интерпретация поведения диэлектрической проницаемости композитов содержащих наночастицы меди. В изучаемых композитных материалах при увеличении V меди частицы образуют металлические кластеры, которые разделены диэлектрическим материалом матрицы. Каждая пара этих кластеров образует конденсатор. В случае композитного материала с

относительно большим размером металлических частиц (микродисперсные частицы) вклад конденсаторов, включающих не ближайшие кластеры, в макроскопическую емкость является пренебрежимо малым, и V -зависимость является перколяционно подобной. Форма этой зависимости определяется тем, что емкость указанных конденсаторов увеличивается с увеличением V (как результат уменьшения расстояния между кластерами и увеличения их эффективной поверхности) и стремится к бесконечности вблизи перколяционного порога (как результат образования непрерывной металлической пространственной структуры). В случае композитного материала с относительно малыми медными частицами (наночастицами) присутствие характерной особенности на V -зависимости для ϵ при рассмотренном выше дополнительном перколяционном пороге V_{cd} , позволяет сделать вывод, что конденсаторы, включающие не ближайшие кластеры, вносят вклад в макроскопическую емкость наряду с конденсаторами, включающими ближайшие кластеры. Изменение хода кривой зависимости ϵ от V для этого композита в области V_{cd} может быть приписано процессу образования непрерывной пространственной структуры из туннельно-связанных проводников.

Таким образом, полученные данные подтверждают известный результат [10]: в точке, соответствующей переходу «диэлектрик – проводник», наблюдается резкое («гигантское») возрастание статической диэлектрической проницаемости нанокомпозитов в области.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Были разработаны и изучены два типа композиционных материалов, отличающихся размером частиц меди, внедренных в полиэтиленовую матрицу: с микро- и наночастицами. С помощью просвечивающей электронной микроскопии установлено, что размер полученных наночастиц составляет 13 нм.

Статическая диэлектрическая проницаемость полиэтилена содержащих нано и микро частицы меди измерены в окрестности перколяционного порога, а также анализированы в рамках современной теории неоднородных систем. Установлено, что для исследуемых композиционных материалов согласование между теоретически рассчитанными и экспериментально измеренными значениями статической диэлектрической проницаемости достигается при концентрациях наполнителя

выше порога протекания.

Выяснение процесса переноса носителей заряда в подобных материалах открывает широкие возможности для создания новых композитов с высокими значениями диэлектрической проницаемости в области ниже переколяционного порога.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. U. Abdurakhmanov, Sh. Sharipov, Y. Rakhimova, M. Karabaeva, M. Baydjanov. Conductivity and Permittivity of Nickel-Nanoparticle-Containing Ceramic Materials in the Vicinity of Percolation Threshold.// J. Am. Ceram. Soc. 2006. V.89. № 9. pp. 2946–2948.
2. U. Abdurakhmanov, F. T. Boimuratov, G. I. Mukhamedov, A. S. Fionov, and G. Yu. Yurkov. The Permittivity of Phenylone-Based Composites with Nickel Particles.// J. of Comm. Tech. and Elect., 2011, Vol. 56, No. 2, pp. 142–144.
3. Boymuratov F.T, Abdurakhmanov U., Isayev X., Saidqulov D. Electrical conductivity and permittivity of metal-polymer composites. Uzbekistan Journal of Polymers. Vol. 2, Issue 1, (2023)
4. Karpov I., Ushakov A., Demin V., Goncharova E., Shaichadinov A. Investigation of the quenching rate effect of the ferromagnetic properties of the CuO nanoparticles materials. Minerals, Metals Mater. Soc. 2020. V. 72. N 11. P. 3952 – 3957.
5. Zatsepin A., Kiriakov A., Zatsepin D., Shchapova Yu., Gavrilov N. Structural and electron-optical properties of transparent nanocrystalline $MgAl_2O_4$ spinel implanted with copper ions. J. Alloys Comp. 2020. 834. P. 154993.
6. Таратанов Н.А., Сырбу С.А. Получение и свойства композитных наноматериалов с использованием двухслойных частиц меди. Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2021. Т. 64. Вып. 12. С. 76-83
7. Фадеева Н.П., Сайкова С.В., Пикирова Е.В., Воронин А.С., Фадеев Ю.В., Самойло А.С., Тамбасов И.А. Новый метод получения прозрачных проводящих пленок оксида индия (III) и оксида индия-олова. Журн. Сибир. фед. ун-та. Сер.: Химия. 2021. Т. 14. № 1. С. 45-58. DOI: 10.17516/1998-2836-0215.
8. Магеррамов А. М., Рамазанов М. А., Гаджиева Ф. В.. Исследование структуры и диэлектрических свойств нанокомпозитов на основе полипропилена и наночастиц диоксида циркония. / Электронная обработка материалов. 2013. Т.49. №5. С.1-5
9. Шкловский Б.И., Эфрос А.Л. Теория протекания и проводимость сильнонеоднородных сред // Успехи физ. наук. – Москва, 1975. –Т. 117, №3. –С. 401-435.
10. I. Balberg. Simple holistic solution to Archie's-law puzzle in porous media. PHYSICAL REVIEW E 103(6). June 2021
11. Boymuratov F.T., Abdurakhmanov U., Isayev X., Saidqulov D., Electrical conductivity and permittivity of metal-polymer composites. Uzbekistan Journal of Polymers, Vol. 2(1) 2023: pp.23-32.