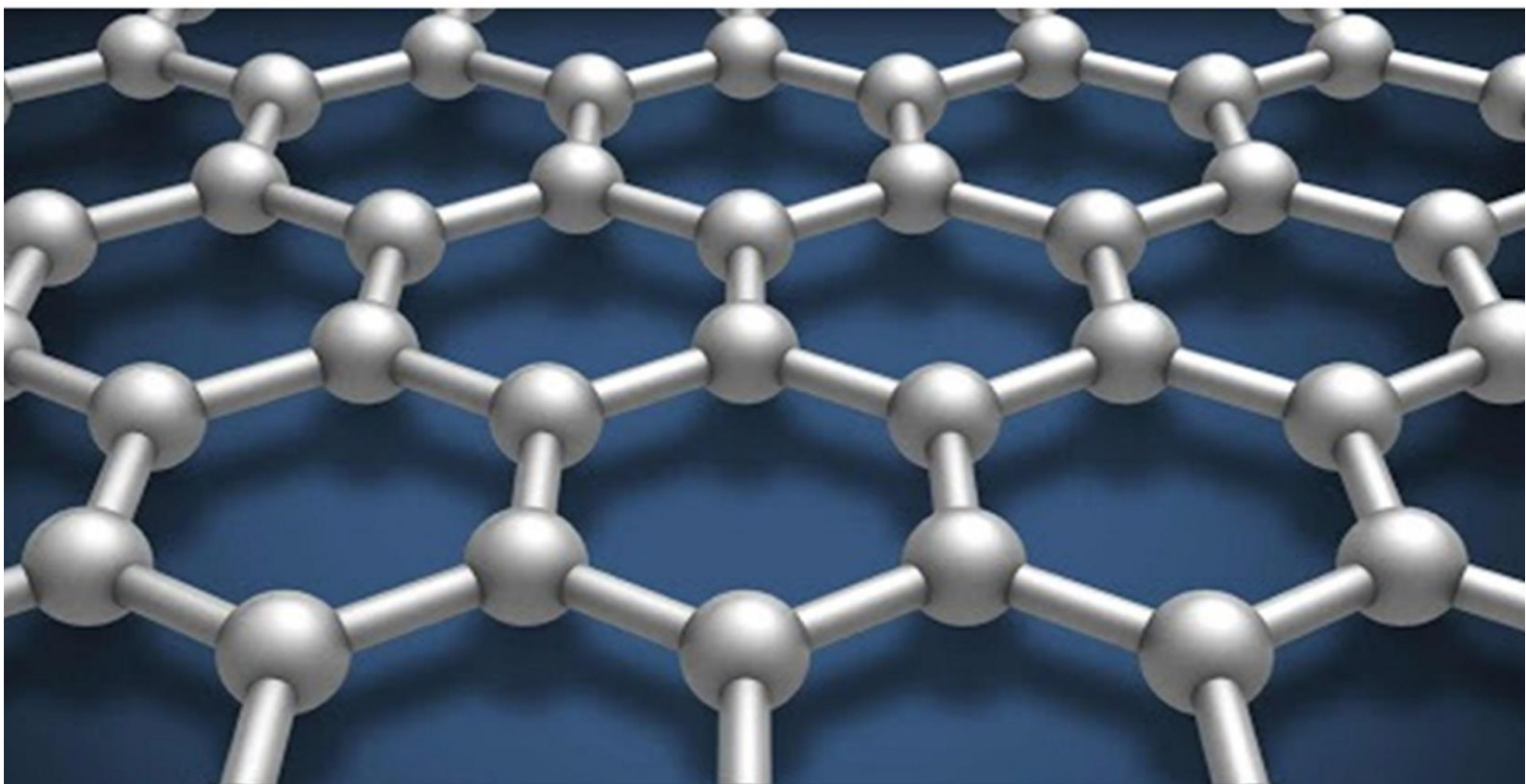


O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

при длительном воздействии высоких температур.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Генел С.В., Белый В.А., Булгаков В.А., Гехтман Г.А. Применение полимерных материалов в качестве покрытий.-М; Химия 1968.-240 с
2. Сафанов А.А., Крамеренко Д.М., Еслова Л.И. Применение металлизационно- полимерных покрытий для защиты от коррозии металлоконструкций и оборудования в отечественной и зарубежной практике. – Москва, 1985.-36 с.
3. Абед Н.С. Создание эффективных композиционных полимерных материалов конструкционного назначения и разработка технологии получения деталей хлопкоперерабатывающих машин: Автореферат дис. док. техн. наук. – Ташкент, 2015. – 45 с.
4. Абед Н.С., Негматов С.С., Гулямов Г.Г., Тухташева М.А. Композиционные антифрикционно-износостойкие материалы и технология их получения. -Ташкент, 2017. -48-49 с.
5. Тухташева М.Н. Разработка эффективной технологии производства антифрикционно-износостойких композиционных материалов иколовых деталей из них: Автореферат дис. ... док. философии (PhD). –Ташкент, 2018. -43 с.

Калит сўзлар: композицион полимер материал, ёпишқоқлик, антифрикцион электр ўтказувчанлик, эпоксидли композиция, органоминарал ингредиентлар, қопламалар, полимер.

Мақолада фуран-эпоксид полимер материалларининг термофизик хусусиятлари ўрганилди. ФАЭД-20 асосидаги полимер қопламалар таркибига турли хил тўлдирувчи моддаларини киритиш билан юқори ҳарорат таъсирида хусусиятларнинг барқарорлигини таъминлаши аниқланди.

Ключевые слова: композиционный полимерный материал, адгезионная прочность, антифрикционная электропроводящая эпоксидная композиция, органоминаральные ингредиенты, покрытия, полимер.

В статье исследованы теплофизические свойства фурано-эпоксидных полимерных материалов. При этом введение различных наполнителей в состав полимерных покрытий на основе ФАЭД-20 позволяет обеспечить стабильность свойств, при длительном воздействии высоких температур.

Key words: composite polymer material, adhesive strength, antifriction electrically conductive epoxy composition, organomineral ingredients, coatings, polymer.

The article investigates the thermophysical properties of furano-epoxy polymer materials. At the same time, the introduction of various fillers into the composition of polymer coatings based on FAED-20 makes it possible to ensure the stability of properties under prolonged exposure to high temperatures.

Негматов Сайибжан Садыкович	– научный руководитель ГУП «Фан ва тараккиёт» ТашГТУ, Академик АН РУз, Заслуженный деятель науки Республики Узбекистан
Абед Нодира Сайибжановна	–Председатель ГУП «Фан ва тараккиёт» ТашГТУ, д.т.н., профессор
Эшкobilов Олимжон Холикулович	–DSc, доц. Кафедры «Общетеchnические дисциплины» Каршинского инженерно-экономического института
Тухлиев Муслимбек Шерзод угли	– докторант ГУП «Фан ва тараккиёт» ТашГТУ

УДК 541.64

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО IN SITU КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ПОЛИПИРРОЛА

С.Е. Калбаев, М.К. Рахимбердиева, С.Р. Отаджонов, Н.Т. Каттаев, Х.И. Акбаров

I. Введение. Благодаря потенциальной возможности практического применения в различных областях техники электропроводящие полимеры вызывают большой интерес. Композиционные материалы на основе электропроводящих полимеров отличаются легкостью, которые являются прочными электропроводящими элементами. Они также могут поглощать электромагнитное

излучение различной длины волны. Электрохимические и ионообменные свойства таких материалов позволяют использовать их в качестве электродов аккумуляторов, ионообменных материалов и ионоселективных электродов. Гибкость электропроводящих материалов делают их перспективными материалами для создания датчиков, сенсоров и т.п. Наиболее востребованными

представителями данного класса полимеров являются полипиррол (ППир), полианилин, политиофен, полипарафенилен и некоторые их производные [1-3].

Как правило, однокомпонентные материалы, приготовленные из электропроводящего полимера, демонстрируют низкую механическую прочность и высокую хрупкость. Это существенно затрудняет их исследование и практическое применение. Одним из возможных путей решения этой проблемы является разработка методов получения композиционных систем, состоящих из эластичной подложки, обеспечивающей необходимые механические характеристики композита, и проводящего полимера, действующего как активные компонент. В качестве подложек применяют различные гибкоцепные полимеры, такие как полиэтилен, полипропилен, поливинилиденфторид и т.д.. Однако, низкая адгезия покрытия к этим полимерам существенно затрудняет их использование для получения композиционных систем. Решением для данной проблемы является применение пористых материалов в качестве подложек, что обеспечивает лучший контакт с покрытием за счет большой площади поверхности [4-7].

Целью исследования данной статьи является получение наноструктурного *in situ* композита на основе полипиррола.

II. Методическая часть. Получение композита АЦ/ППир. Композиты АЦ/ППир получали методом *in situ* – окислительной полимеризацией пиррола в водном растворе мономера непосредственно на поверхности подложки из пористой целлюлозы. Окислителем служил хлорид железа (III) (FeCl_3).

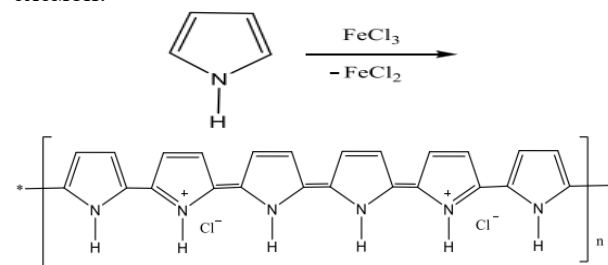
Характеристика композита АЦ/ППир. Для идентификации композита использовали метод Фурье-ИК-спектроскопии с использованием Nicolet iS50 (Thermo Scientific, США). Образцы применялись в виде прессованных таблеток с KBr.

Структурная морфология поверхности композита изучена с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ), оборудованного микроаналитической системой для энерго-дисперсионного рентгеновского (EDX) микроанализа Jeol JSM-IT200LA (Япония), и атомно-силового микроскопа AFM Agilent 5500 (USA).

III. Полученные результаты и их обсуждение.

Основой исследуемого композита служит активированная целлюлоза (АЦ), представляющую собой пористую (полупроницаемую) пленку. Поры подложки

являются зонами окислительной полимеризации пиррола. Реакцию полимеризации пиррола под действием FeCl_3 можно представить следующей схемой:



В результате получен полимер, структура которого характеризуется наличием последовательности чередующихся одинарных и двойных связей, т.е. цепи сопряжения, длина которой является одним из ключевых параметров, определяющих электропроводность полимера. Как видно из представленной схемы, полученный ППир можно рассмотреть как полимер, допированный атомами хлора.



Рис.1. Оптические фотографии композита АЦ/ППир, полученного *in situ* полимеризацией пиррола в присутствии подложки из пористой целлюлозы

На рис.1 представлена оптическая фотография полученного *in situ* композита АЦ/ППир.

Как можно убедиться, что полученный композит представляют собой гибкую пленку черного цвета с гладкой поверхностью.

В Фурье-ИК спектре полученного композита обнаруживаются следующие полосы поглощения: широкая полоса поглощения в области 3348 см^{-1} , отнесенная к валентным колебаниям О – Н группы целлюлозы, а также к колебаниям N – Н группы (полоса Амид I) ППир. Полосы поглощения при 2922 и 2853 см^{-1} относятся к асимметричным колебаниям C – Н группы. Полоса поглощения при 1534 см^{-1} соответствует деформационным колебаниям N – Н группы (полоса Амид II) пиррольного кольца. Полоса при $1663,59 \text{ см}^{-1}$ можно отнести к колебаниям C – N связи ППир. Полосы поглощения при 1158 и 1313 см^{-1} соответствуют колебаниям N – C и $=\text{C} - \text{H}$ связей. Полоса валентных колебаний карбонильной ($\text{C} = \text{O}$) связи целлюлозы обнаруживается при $1741,59 \text{ см}^{-1}$ [6-7].

На рис.2 представлены электронные (СЭМ) микрофотографии композита АЦ/ППир.

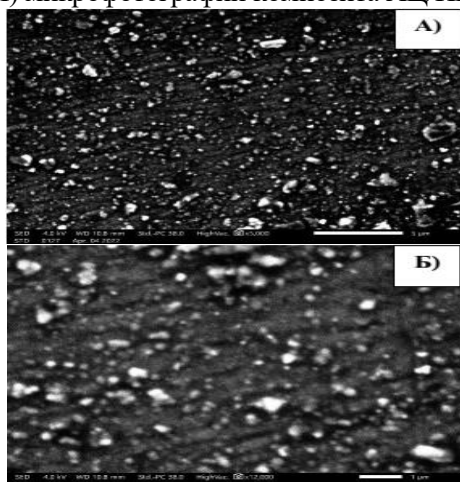


Рис. 2. СЭМ микрофотографии композита АЦ/ППир при 5000- (а) и 12000-кратных (б) увеличениях

Как видно из рис.2, морфология поверхности композита АЦ/ППир явно гетерогенная и состоит из частиц нанометрового уровня. Результаты СЭМ анализа подтверждаются исследованием АСМ анализа. На рис. 3 представлены 3D-снимок фазового состава (а), гистограмма распределения частиц по размерам (б) и шероховатость поверхности (с) композита АЦ/ППир.

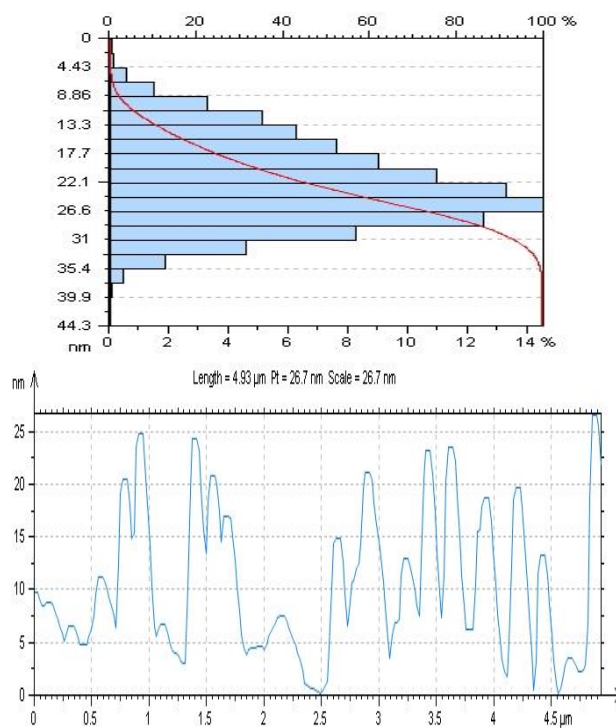
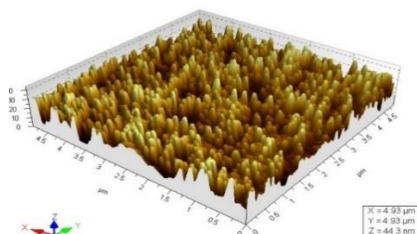


Рис.2. 3D-снимок фазового состава (а), гистограмма распределения частиц по размерам (б) и шероховатость поверхности (с) электропроводящего композита на основе ППир

Как видно из рис. 3, морфология поверхности композита имеет гетерогенный характер, которая состоит из вертикально ориентированных частиц игольчатой формы с размером от 4 до 40 нм. Представляется, что наличие поверхности с плотноупакованной сталагмитоподобной структуры позволяет синтезированному композиту обладать не только электропроводящими, но и сенсорными свойствами.

ЛИТЕРАТУРА:

1. J.Thunberg, T.Kalogeropoulos et al. In situ Synthesis of conductive polypyrrole in electrospun cellulose nanofibers: scaffold for neutral tissue engineering. *Cellulose*, 2015, Vol. 22, pp. 1459–1467.
2. Ruiqao Xu et al. Highly conductive, twistable and bendable polypyrrole-carbon nanotube fiber for efficient supercapacitor electrodes // *RSC Adv.*, 2015, Vol. 5, pp. 22015–22021.
3. D. Gopakumar et al. Flexible papers derived from polypyrrole deposited cellulose nanofibers for enhanced electromagnetic interference shielding in gigahertz frequencies // *J. Appl. Polym. Sci.* 2021, Vol. 138, No. 16, pp. 1-11.
4. Tat'yana, V. Vernitskaya, and Oleg N. Efimov. Polypyrrole: a conducting polymer; its synthesis, properties and applications // *Russian Chemical Reviews*, 1997, Vol. 66, No. 5, pp. 443-457.
5. Yussuf, Abdirahman, et al. Synthesis and characterization of conductive polypyrrole: the influence of the oxidants and monomer on the electrical, thermal, and morphological properties. *International Journal of Polymer Science*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/4191747>.
6. D. Müller et al. Chemical in situ polymerization of polypyrrole on bacterial cellulose nanofibers // *Synthetic Metals*, 2011, Vol. 161, pp. 106–111.
7. R. Elashnikov, S. Rimpelová, L.Děkanovský, V. Švorčík. O. Lyutakov. Polypyrrole-coated cellulose nanofibers: influence of orientation, coverage and electrical stimulation on SH-SY5Y behavior // *J. Mater. Chem. B*, 2019, Vol. 7, pp. 6500-6507.

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокompозитов

- М.Н. Негматова, К.С. Негматова.** Исследование механизма образования металлокомплексов на основе поливалентных металлов для крашения хлопчатобумажных тканей.....3
- Д.К. Абдуллаева, А.Ш. Гиясов, Р.Ш. Абдуматжитов, Э.А.Эгамбердиев.** Избирательная экстракция йодидного комплекса серебра (I) и фотометрическое определение его с 1-(2-пиридилазо)-2-нафтолом. (ПАН).....6
- С.С. Негматов, К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, Ш.Н. Жалилов, С.И. Назаров, Э.Д. Ниёзов, Г.К. Ширинов, Н.И. Назаров, Б.Б. Бахромов, Н.Ф. Расулова.** Исследование модификации мочевиноформальдегидной смолы с реакционно-способными соединениями..... 9
- M.R. Yuldasheva, D.B. Rimbayev, G.U. Begimova.** Analitik reagent, bo'yoq, antiseptik xususiyatlariga ega aromatik diazo birikmalar sintezi.....12
- Н.Ж. Бурханова, И.Н. Нургалиев, С.Ш. Рашидова.** Изучение взаимодействия при получении нанокompозита хитозан/гидроксипатит.....16
- T.Z. Xaydarov, A.A. Rahmankulov, M.U. Karimov, A.T. Djalilov.** Углерод наномодификаторлари билан модификацияланган полипропилен асосидаги композитларнинг юкори ва паст хароратлар таъсирига баркарорлигини дериватографик тахлили..... 19
- Х.Б. Рахматов, О.Х. Абдуллаев, А.Ю. Дустов, Д.Х. Рахматов.** Исследование влияния различных факторов на процесс синтеза высокомолекулярных углеводов из синтез-газа..... 22
- Х.Х. Тураев, А.И. Холбоева, Ф.Н. Нуркулов, Д.Т. Якубова, Ф.С. Нарманова.** Таркибида азот, олтингугурт бўлган органик олигомерлар синтез қилиш технологиясини ишлаб чиқиш.....25
- Х.Б. Рахматов, О.Х. Абдуллаев, А.Ю. Дустов, Д.Х. Рахматов.** Исследование кинетики реакции высокомолекулярных углеводов с синтез-газом.....29
- M.M. Jurayev, S.Y. Xushvaqtoev, N.M. Qutlimuratov.** Polivinilxlorid plastikat asosida olingan yangi ionitning fizik-kimyoviy xossalari.....32
- А.Ю. Дустов, О.Х. Абдуллаев, М.А. Абдурахимов.** Некоторые предпосылки подбора катализаторов синтеза пиррола и его гомологов в паровой фазе.....34
- С.М. Туробжонов, Б. Кеделбаев, Г. Рахмонбердиев, Р. Чориев, Б. Мухитдинов, Х. Кадилов.** Исследования свойств гетерогенных катализаторов синтеза ацетонитрила..... 37
- Н.Ш. Зулярова, О.С. Бобокулова, М.Э. Кенжаев, Р.Р. Тожиев, И.И. Усманов.** Кинетика разложения минерализованной массы азотной кислотой.....40
- С.Р. Отаджонов, А.Б. Абдикамалова, Ш.З. Саидова, Н.Т. Каттаев, Х.И. Акбаров, В.Г. Колядин.** Изотермическая сорбция растворителей различной природы производными поливинилимидазола..... 44
- Ж. Саидов.** N-морфолин-3-хлоризопрпилакрилат билан стирол ва метилакрилат асосидаги сополимер присадкаларнинг дизел ёқилгисига таъсири.....47
- С.А. Бердиев.** Эпихлоргидрин ва спиртлар асосидаги кислород сақлаган октан сонини оширувчи қўшимчаларни олиш ва физик –кимёвий хоссаларни тадқиқ этиш.....50
- С.У. Соатов, А.Т. Джалилов, Э.С. Соттикулов, М.Г. Ишмухамедова.** Таркибида кушбоғ тутган пластификатор синтези ва унинг физик-кимёвий тахлиллари..... 54

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

- К.С. Негматова, Ш. Аликобулов, М.А. Ахмаджонов, С.С. Негматов, Ё.С. Ражабов.** Исследование износостойкости и физико-механических свойств физически модифицированных ультразвуком разработанных композиционных полимерных материалов и разработка способа повышения долговечности покрытий из них, работающих в условиях контактного взаимодействия с абразивно-влажной бетонной среде..... 57
- S.T. Parmonov, F.Y. Hakimov.** Yeyilishga bardoshli volfram karbid-kobalt asosli qattiq qotishmalarning struktura va xossalari nanozarrachalarining ta'siri.....61
- Т.Ж. Қодиров, Ф.Ф. Фармонов, А.Ю. Тошев, Ш.Ш. Шойимов.** Лазер нурлантириш орқали ишлов берилган Wet-blue чарм ярим махсулотнинг физик-механик хоссаларининг тадқиқоти.....64
- А.Х. Аликулов, Ф.Р. Норхужаев, Ф.А. Менгалиев.** Мис асосли материаллардан олинган электродларни контактли пайвандлаш жараёни учун тадқиқ қилиш.....68
- Ш.А. Азимова, Т.У. Конгратаева, К.З. Сулганов.** Графит ва унинг модификацияларини сурков мойларига тўлдирувчи ва қуюклаштирувчи сифатида ўрганиш..... 70
- T.Z. Daminov, S.Sh. Xabibullayev.** Gazni kompleks tayyorlashda quritish texnologiyasi.....73
- Г.Х. Юсупова.** Алюмоникелмолибденли катализатор ташувчисини яратишда фосфат кислотаси билан модификацияланган ташувчиларни ўрганиш.....78
- Н.Х. Талипов, С.С.Негматов, М.М. Улугова, З.Т. Мунаввархонов.** Свойства цементнополимерных смесей гидроизоляционного назначения..... 81
- Д.М. Тиллаева, М.С. Шарипов, Н.Ш. Панов.** Реологические модификаторы как регуляторы тиксотропности клеевых композиций на основе окисленного крахмала для гофрированных картонов..... 89
- С.С. Негматов, М.Ш. Тухлиев, Ш. Абдуганиев, А.Я. Раззаков, Б.И. Хотамкулов, Н.С. Абед, О.Х. Эшкobilov.** Исследование теплофизических свойств композиционных термореактивных полимерных материалов.....93
- С.Е. Калбаев, М.К. Рахимбердиева, С.Р. Отаджонов, Н.Т. Каттаев, Х.И. Акбаров.** Получение наноструктурированного *IN SITU* композита на основе полипиррола..... 95
- Г.Ш. Каримова, Н.Х. Бозорова, Э.Р. Тураев.** Полибутилентрефталат ПБТ+АП таркибли композит материалнинг