

УДК 541.183; 541.128

**КӨМІРТЕКТІ НАНОМАТЕРИАЛДАР ҚОСПАЛАРЫНЫҢ ЭПОКСИДТІ  
КОМПОЗИТТЕРДІҢ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ****Б.Қ. Діністанова, С.Қ. Тәңірбергенова, З.А. Мансұров****Химия және химиялық технология факультеті, Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ,  
РМК «Жану проблемалары институты», [Dinistanova@mail.ru](mailto:Dinistanova@mail.ru)**

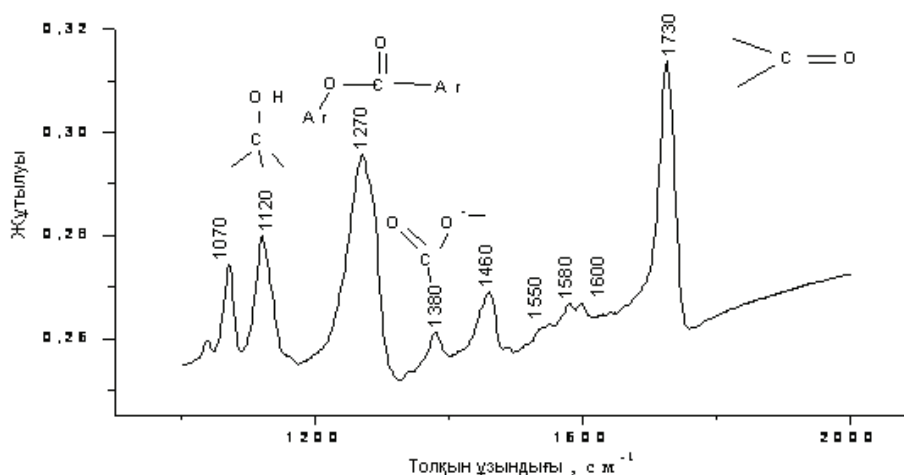
*Жұмыста көміртекті наноматериалдардың эпоксидті шайырдың қасиеттеріне әсері зерттелді. Көміртекті наноматериалдар теміркатализаторлары қатысында бензолды пиролизикалық ыдырату арқылы алынды. Полимер-композициялық материалды көміртекті наноматериалдармен түрлендіргенде олардың иілуге, сығылуға беріктіліктері және өртке төзімділігі артатыны анықталды.*

Қазіргі кезде полимерлі матрица мен көміртекті наноматериал (КНМ) негізіндегі жаңа композициялық материалдар жасау мүмкіндіктері кеңінен зерттелуде /1/. Соңғы кезде таза полимерлер орнына нанокөміртекті композиттер кеңінен қолданыс табады. Композиттерге деген қызуғушылықтың артуы оның құрамына енгізілген КНМ жоғары электрөткізгіштігімен, жылуөткізгіштігімен және беріктілігімен байланысты /2/. Беріктілік, жылуөткізгіштік, электрөткізгіштік қасиеттерінің жоғары болуы, болашақта полимер-көміртекті нанокөміртекті конструкциялық материал ретінде қолдануға мүмкіндік туғызады.

Зерттеу барысында 18% эпоксид тобы мен қатырғыштан-полиэтиленаминнен (ПЭПА) тұратын өндірістік эпоксид смоласы ЭД-20 қолданылды. Жұмыс барысында эпоксидтік композициялар ЭД-20 және қатырғыш ПЭПА компоненттердің стехиометриялық қатынасы 9:1 етіп дайынды. Модификация процесі 50<sup>0</sup>-қа дейін қыздырылған ЭД-20 маркалы шайырға өңделген КНМ енгізу, біртекті қоспа алғанша араластырады. Содан кейін алынған біртекті массаға ПЭПА енгізу арқылы жүргізілді. Толықтырғыш материал шайырға 0,1, 0,25, 0,50, 0,7, 1,0 масс. % көлемінде енгізілді. Алынған композициялар фторпласттан жасалған арнайы формаларға құйылып қатырылды. Қатыру режимі: 60<sup>0</sup> С температурада 30 мин. құрады.

Полимер композициялық материалдардың (ПКМ) механикалық қасиеттеріне әсер ететін ең басты фактор, ол көміртекті наноматериалдың матрицаға адгезиясы болып табылады. Көміртекті наноматериал мен матрицаның жақсы әрекеттесуін арттыру үшін қолданар алдында көміртекті наноматериалдың сыртқы қабатын функционализациялау жүргізілді, бұл оларды полимермен байланыстыруға және сонымен қатар композиттің электрлік және механикалық қасиеттерін жақсартуға мүмкіндік береді /3/.

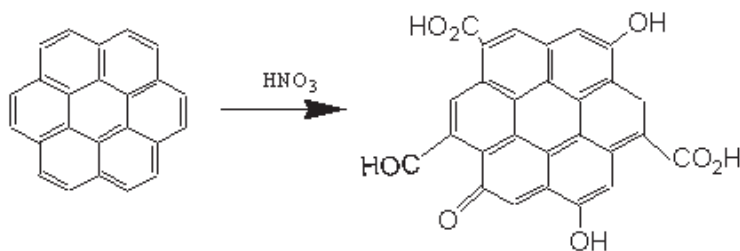
Полимерлерді КНМ модификациялау олардың технологиялық және эксплуатациялық қасиеттерін жақсартудың ең басты жолы болып табылады. Жұмыс барысында бензол пиролизі арқылы алынған көміртекті наноматериалдың бетін өңдеу 17% азот қышқылы ерітіндісімен, 60<sup>0</sup> температурада, 2 сағат бойы жүргізілді. Активация уақыты аяқталған соң ерітінділер көміртекті наноматериалдардан фильтр қағазы арқылы ажыратылып, дистилденген сумен жуылады. Азот қышқылымен модифицирленген үлгілер ИҚ-спектроскопия әдісімен зерттелініп, олардың беткі қабаттарындағы функционалды топтар анықталды.



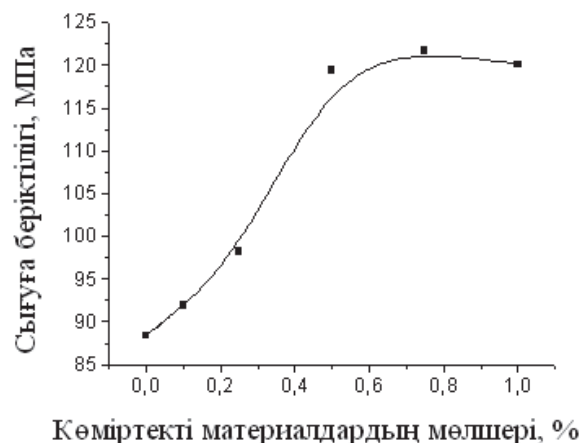
1-сурет. Модифицирленген көміртекті наноматериалдардың ИҚ-спектрі

Үлгілердің ИҚ-спектрлерінде  $\text{C}=\text{O}$  ( $1730 \text{ см}^{-1}$ ),  $\text{C}-\text{O}$  ( $1270 \text{ см}^{-1}$ ),  $\text{C}-\text{OH}$  ( $1120,00 \text{ см}^{-1}$ ),  $\text{COO}^-$  ( $1380 \text{ см}^{-1}$ ),  $\text{Ag}-\text{COO}-\text{Ag}$  ( $1270 \text{ см}^{-1}$ ) жұту сызықтары байқалады. Сонымен қатар үлгілердің спектрлерінде  $1560-1600 \text{ см}^{-1}$  сызықтары байқалады, олар ароматы  $\text{C}=\text{C}$  сақиналы толқуға сәйкес келеді (1-сурет). Алынған ИҚ-спектрлік мәліметтер бойынша көміртекті наноматериалдардың модификациясы олардың беттік қабатының химиялық өзгеруіне алып келетінін көруге болады.

Функциональды топтардың түзілу механизмін келесі сызбанұсқа бойынша көрсетуге болады:



Тәжірибе көрсеткіштері бойынша эпоксидті матрицаға көміртекті наноматериалды белгілі бір мөлшерге дейін енгізу арқылы олардың иілу мен сығылуға беріктіліктерін арттыруға болатынын көруге болады. Бұны функционализацияланған КНМ-дың матрицамен біркелкі араласып, тігілуі арқылы түсіндіруге болады. Эпоксидті полимерді қатыру кезінде КНМ-полимер жүйесінің торлы құрылысы түзіліп, композициялық материалдардың физико-механикалық көрсеткіштерін жақсарады. КНМ максималды әсері құрамында 0,50 және 0,75% КНМ енгізілген ПКМ үлгілерінде байқалады. 2-суреттен 0,50 және 0,75% КНМ-ді қосқандағы ПКМ сығуға беріктілігінің бастапқы эпоксидті полимермен салыстырғанда 38%-ға өскенін көруге болады. КНМ одан артық мөлшерін енгізу жүйенің біртектілігін төмендетеді де, соның нәтижесінде ПКМ беріктідігін де төмендетеді. Қатты дисперсті бөлшектері бар терморективті қою торлы полимерлердің модификация эффективтілігі толықтырғыш бөлшектерінің өлшемі мен пішініне, олардың көлемдік үлесіне, көлем бойынша бөлшектердің біркелкі орналасуына, матрица мен толықтырғыш арасындағы адгезияға байланысты болады. Осы шарттар дұрыс орындалған кезде ғана, полимерлі матрицаның жоғары беріктілігіне қол жеткізуге болады.



2-сурет. ПКМ үлгілерінің сығуға беріктілігінің көміртекті наноматериалдар қоспасына тәуелділігі

Көміртекті ингибиторларды полимерлі материалдарға енгізу, олардың жану процесін тежеудің, жанбайтын полимерлі композициялар алудың басты жолы болып табылады. Ары қарай КНМ полимер құрамына енгізген кездегі оның өртке төзімділігінің өзгеруі зерттелді. Зерттеу нәтижелері бойынша КНМ полимерлі матрицаға аз мөлшерде қосқанда олардың өртке төзімділігі 2 есе артатынын көруге болады (1-кесте).

1-кесте. Эпоксидті композициялық материалдардың өртке төзімділік көрсеткіштері.

| Материал құрамы   | Оттекті индекс ОИ, % |
|-------------------|----------------------|
| ЭД-20             | 18,4                 |
| ЭД-20 + 0,1 % КНМ | 19,6                 |
| ЭД-20 + 0,3 % КНМ | 21,3                 |
| ЭД-20 + 0,5 % КНМ | 23,9                 |
| ЭД-20 + 0,7 % КНМ | 25,6                 |
| ЭД-20 + 1,0 % КНМ | 27,8                 |
| ЭД-20 + 1,5 % КНМ | 32,1                 |
| ЭД-20 + 2,0 % КНМ | 35,3                 |
| ЭД-20 + 2,5 % КНМ | 38,7                 |
| ЭД-20 + 3,0 % КНМ | 40,8                 |

КНМ жану кезінде полимерлердің беткі қабатында беріктілігі жоғары және кеуектілігі төмен, тығыз кокс қабатын түзеді. Коксты беттік қабат жылдам түзіліп негізгі массаға адгезияланып өрт көзінің полимерге жанасуына кедергі жасайды. Соның нәтижесінде жылу беткі қабат бойынша өтіп, жану жылдамдығын төмендетеді.

Қорыта келгенде, пиролизикалық әдіспен синтезделген КНМ эпоксидті шайыр негізіндегі ПКМ қасиеттеріне әсері зерттелді. Полимер-композициялық материалды көміртекті наноматериалдармен түрлендіргенде олардың иілуге, сығылуға беріктіліктері және өртке төзімділігі артатыны анықталды.

### Әдебиеттер

1. Мансуров З. А. Образование сажи, полициклических ароматических углеводородов, фуллеренов и углеродных нанотрубок при горении углеводорода // Инженерно-физический журнал, М., 2011. – Т.84, № 1. - С.111-145.
2. Грачев В.П., Акатентов Р.В., Алексахин В.Н., Богатов Б.А., Кондрашов С.В., Раков Э.Г., Аношкин И.В. // Влияние малых добавок функционализированных многослойных углеродных нанотрубок на кинетику отверждения и свойства эпоксидных композитов // Сборник тезисов докладов участников Второго Международного форума по нанотехнологиям, 2009, С. 301-303.
3. Breuer O., Sundararaj U. Big returns from small fibers: a review of polymer/carbon nanotubes composites // Polym. Compos. - 2004. - Vol. 25, № 6. - P. 630-645.

## ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ НА СВОЙСТВА ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ

**Б.К. Динистановна, С.К. Танирбергенова, З.А. Мансуров**

Исследованы возможности использования УНМ, синтезированных пиролитическим методом, в качестве модификатора при создании новых ПКМ на основе эпоксидной смолы и углеродного армирующего наполнителя. Установлено, что введение в качестве наполнителей УНМ приводит к повышению разрушающего напряжения при изгибе на 28%, при сжатии на 38 % и при разрыве на 14%. Определено, что огнестойкость композиционных материалов возрастает с увеличением количества вводимых УНМ.

## THE EFFECT OF ADDITIVES ON THE PROPERTIES OF CARBON NANOMATERIALS EPOXY COMPOSITES

**D.K. Dinistanova, S.K. Tanirbergenova, Z.A. Mansurov**

The possibility of using CNM synthesized by pyrolysis, as a modifier when creating new PCM-based epoxy resin and carbon reinforcing filler. It is established that the introduction of CNM as fillers leads to an increase in bending fatigue stress at 28% compression at 38% and at break of 14%. Determined that the fire resistance of composites increases with the number of input CNM.

УДК 541.49

## ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ НИКЕЛЯ С 2,2-ДИПИРИДИЛОМ И ЛИМОННОЙ КИСЛОТОЙ

**М.К. Жаманбаева, М.У. Абилова, А.А. Мусабекова, А.М. Шалдыбаева**

Восточно-Казахстанский государственный технический университет  
им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Казахстан  
Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

Методом ИК-спектроскопии установлено образование связей никеля с атомами азота и кислорода в разнолигандном комплексе никеля с 2,2-дипиридиллом и лимонной кислотой.

По данным рН метрического исследования [1-2], было установлено образование разнолигандного комплекса никель - лимонная кислота - 2,2-дипиридил с очень высокой устойчивостью  $\lg = 10,78 \pm 0.08$ . Была предложена структура образовавшегося РЛК (рисунок 1). Лимонная кислота содержит три карбоксильные группы, которые участвует в комплексообразовании.

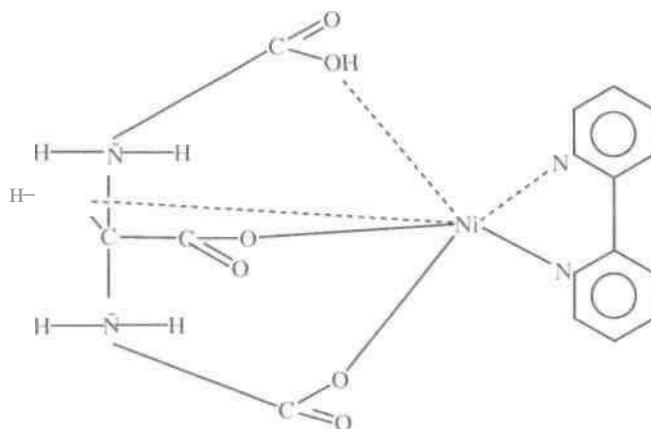


Рисунок 1. Образование связей в РЛК -  $[\text{NiHCitDipy}]$

Было показано, что устойчивость РЛК значительно выше, чем устойчивость однородных соответствующих комплексов, причиной может являться образование пятичленного хелатного цикла