

А.Д. Мурадов, С.Б. Мұхамбетова, К.Б. Черязданов

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті Алматы қ., Қазақстан

ПОЛИИМИДТІ ҚАБЫРШАҚТЫҢ МОРФОЛОГИЯСЫНА, ОПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ, МОЛЕКУЛАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫНА ШУНГИТ ТОЛЫҚТЫРҒЫШЫНЫҢ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫНЫҢ ӘСЕРІ

Аннотация. Жұмысымызда полиимидті қабыршақтың морфологиясына, оптикалық қасиеттеріне, молекулалық құрылымына шунгит толықтырғышының концентрациясының әсері зерттелді. Сол алынған барлық үлгілерде концентрацияға байланысты өзгерістерді байқауға болады. Концентрация артқан сайын бет соғұрлым тегіс болады. Толықтырғыш қосу қабыршақтың спектріне қатты әсер етпейді, спектрдің бұндай болуы полиимидтің радиацияға жоғары тұрақтылығымен сипатталады. Полиимидті қабыршақтардың беріктік және т.б. қасиеттерінің өзгеруі толықтырғыштың түрімен қатар оның концентрациясына да тәуелді екенін білдік.

Түйін сөздер: полиимидті қабыршақ, шунгит толықтырғышы, раман-спектроскопия, атомдық-күштік микроскопия, оптикалық микроскоп.

Кіріспе

Соңғы уақытта материалдың жаңа түрі— композит материалдарына деген қызығушылық артып келеді. Бұл жүйе полимерлік матрицаға ұсақ дисперсті басқа заттың (магниттік және магниттік емес металдар, диэлектриктер) енгізілуі арқылы алынады. Толықтырғыш бөлшектерінің полимермен әрекеттесуі оның құрылымының өзгерісіне, материал бетінің морфологиясының өзгеруіне әкелетіндігі белгілі. Ал бұл өзгеріс – өз кезегінде материалдың жаңа қасиеттерінің пайда болуына себепші болады. Қабыршақтардың құрлымдық ерекшеліктері, үлестік өткізгіштігі, бетінің сапалылығы, заттың қасиетін сақтауы – мұның барлығы зерттеп отырған үлгінің сапасы мен қолданысы үшін маңызды болып саналады. Қабыршақтарды зерттеу нанотехнология саласында өте қарқынды дамып келе жатыр, қабыршақтың қалыңдығы он тіпті бірлік нанометрге дейін қолданып зерттелініп жүр. Полимерлерге әртүрлі фактор әсер еткендегі процессті, мысалы, материалдың физика-химиялық сипаттамасының және құрылымы мен қасиеттерінің өзгеруіне әкелетін процесстерді зерттеу-интенсивті жүктеме өрісіндегі сипаттамасын білуге мүмкіндік береді. Материалдың мәндік дәрежедегі физика-механикалық құрамы ондағы қатысатын дефект саны мен түрлі қайта

құрылудың өту ықтималдығы арқылы анықталады.

Шунгит – табиғи нанотехнологиялық материал. Шунгит – фуллерентектес, графиттенбейтін көміртекті минерал. Шунгиттің құрылымы аморфты, термиялық процесс кезінде жоғары химиялық реакциялық қасиетпен сипатталады, графиттенуге төзімді, химиялық тұрақтылығы жоғары, электрөткізгіштігі төмен, сорбциялық және каталикалық қасиеттері жоғары. Қазіргі кезде көміртектің фуллерентектес түрлерінің құрылысы жайында анықтамалар көп емес. Шунгит құрылысы жағынан ерекше, оның құрамына кіретін көміртек және басқа қосылыстарымен ерекше табиғи материал. Құрылысы жағынан 30% шунгитті көміртектен, 70% силикаттардан тұрады. Көміртекті шунгит – бұл көне тасқа айналған мұнай, немесе аморфты фуллерентектес көміртек[12].

Көміртектен басқа шунгиттің құрамында: SiO₂ (57,0%), TiO₂ (0,2%), Al₂O₃ (4,0%), FeO (2,5%), MgO (1,2%), K₂O (1,5%), S (1,2%) болады. Шунгит - композитті материал, матрицасы көміртек болып табылады. Көміртек матрицасында жоғарыдисперсті силикаттар біркелкі орналасқан (10 мкм-ден төмен). Көміртек пен силикаттың беттік байланысы 10 м²/г.

Ғалымдар шунгиттің ерекше қасиеттері мен құрылымын түсіндіреді. Көміртекті

шунгиттің матрицасында орташа өлшемдері шамамен 1 мкм болатын дисперсті силикаттар біркелкі орналасқан. Шунгиттің қасиеттері 2 түрлі фактормен анықталады: біріншіден, көміртекті шунгиттің қасиеттерімен, екіншіден, көміртеппен силикаттардың қатынасымен және шикізаттың құрылымымен.

Бұл материал негізінен көміртектен тұрады, көп бөлігі сфера түріндегі фуллерен молекулаларына ұқсайды.

Қондырғылар және тәжірибе әдістемесі

Полиимидті қабықшаның физикалық қасиетіне шунгит толықтырғышының әсерін зерттеу оптикалық микроскопия, жарықтың комбинациялық шашырау спектроскопиясы және АҚМ арқылы морфологиясын зерттеуді қамтыды.

Полиимидті қабықшаның оптикалық қасиеттері Leica DM 6000M оптикалық микроскопы арқылы зерттелді. Негізгі қорытындылары үшінші бөлімде келтірілген.

Рамандық спектроскопия арқылы зерттелген спектралдық зерттеулер Inverted конфигурациясында NT-MDT NTEGRA Spectra спектрометрінде зерттелді. Негізгі сәулелендіру көзі ретінде толқын ұзындығы 630 нм-ге тең лазер қолданылды. Үлгілер оптикалық негіздегі төсенішке орнатылып, бекітілді. Шумды азайту үшін 30 және 100 с және 1 с уақытта қайталануарқылы экспозиция уақытын жинау әдісімен сканерленді. Әрбір ось жанындағы сканерленген нүктелер саны 600÷600-ге тең.

Қабыршақтардың бетінің морфологиясы атомды-күштік микроскоп (АҚМ) NT – MDT NTEGRA Thermo көмегімен зерттелінді. Алынған үлгілер тұрақты биіктікте әрі зонд-төсемше арасы тұрақты байланыс күшінде контактілі режимде жүргізілді. Зерттеу алдында қабыршақ беттері спиртпен жуылды, басқа химиялық әдістер қолданылмады. Ал шунгит толықтырғышының өлшемдерін оптикалық микроскоп Leica DM 6000 M көмегімен анықтадық[5]. Полиимид үшін қалыпты жағдайда механикалық кернеудің, механикалық салмақтың полиимидке әсерін зерттеу әдісі және полиимидтің физикалық

шамасы қарастырылды. Бұл зерттеулерді жүргізуге арналған үлгілер ұзындығы 70 мм, ені 5 мм және белгілі бір қалыңдығы бар тік бұрышты параллелипед.

Жүргізілген зерттеулер барысында полиимид негізіндегі композит материалының морфологиясына, оптикалық қасиеттеріне, молекулалық құрылымынатолықтырғыш концентрациясының әсері қарастырылды.

Зерттеулер алдымен таза полиимидті қабыршақпен жүргізіліп, одан соң әр түрлі концентрациялы шунгит толықтырғышы бар полиимид негізіндегі қабыршақтар зерттелінді.

Зонд ретінде тұйықталу радиусы ~ 10нм, қаттылығы 0,1N/m болатын пирамидалық формадағы стандартты кремнийлік кантиливер қолданылды. АҚМ басқа микроскоптармен салыстырғанда (оптикалық, электрондық және т.б.) қатты денелердің бетін мейлінше тереңірек зерттеуге мүмкіндік береді. Бұл қондырғы көмегімен қатты дене бетінің үш өлшемді кескінін алуға, бет рельефімен кеңінен әрі толығырақ танысуға сонымен қатар морфологиялық құрылымын зерттеуге де болады.

Берілген үлгілердің бетін зерттеу екі режимде жүзеге асырылды: топография және фазалық контраст. Топография режимі беттің рельефін тіркейді. Фазалық контраст режимі химиялық құрамы бойынша ерекшеленетін аймақтарды байқауға септігін тигізеді.

Полиимид үшін қалыпты жағдайда механикалық кернеудің, механикалық салмақтың полиимидке әсерін зерттеу әдісі және полиимидтің физикалық шамасы қарастырылды. Бұл зерттеулерді жүргізуге арналған үлгілер ұзындығы 70 мм (жұмыс жасайтын бөлігі 50 мм), ені 5мм және белгілі бір қалыңдығы бар тік бұрышты параллелипед. Қалыңдығы $d = 35$ мкм полиимидті қабықшаның шунгит толықтырғышымен физикалық қасиеті зерттелді. Шунгит толықтырғыш ретінде композициялық материалдардың механикалық және басқада қасиеттерін жоғарылатуға көмектеседі. Шунгитті қолдануға түрткі болған негізгі жағдайлар:

шунгиттің қолжетімділігі және құрамында 97-99 % көміртегінің болуы [6].

Зерттеудің негізгі нәтижесі және оны талқылау

Полимерлі композиттердің беріктік және т.б. қасиеттерімен ерекшеленуі толтырғыштың түрі мен қатар оның концентрациясына (шунгит,%) да тәуелді. Полимерлі материалдарға дисперленген толтырғышты салыстырмалы түрде аз мөлшерде (10%-ға дейін) қосу оның беріктігін жоғарылатуға септігін тигізеді. Оптикалық микроскоп LeicaDM 6000 M көмегімен полиимидті матрицадағы шунгит ұнтақтарының түйіршіктерін өлшеу анализі жүргізілді, сонымен қатар ерітіндінің гомогендігі қарастырылды (Қосымша 1, сурет 1).

Суреттерге қарап отырсақ шунгит түйіршіктері концентрация өскен сайын үлкейгенін аңғарамыз. 0,1% мен 1% айырмашылығы анық байқалады. Демек концентрация артқан сайын беттік құрылым бұзылып, біртекті қабыршақ алуға кедергі тудырады. Біртекті, тегіс қабыршақ алу үшін толықтырғышконцентрациясы аз болғаны тиімді. Және де бұл өзгерістер тек концентрацияға ғана емес, сонымен қатар полиимид қабықша қасиеттеріне де байланысты.

Қабыршақтарымыздың беттік құрылымын зерттеу үшін атомдық-күштік микроскоп қолданылды. Ең алдымен таза полиимидтің бетінің кескіні алынды, қабыршақ қалыңдығы 0,11 мм (қосымша 2, сурет 2). Содан кейін «Полиимид – шунгит» жүйесініңтолықтырғыш концентрациялары 0,1%, 0,2%, 0,5%, 1% болатын қабыршақ беттерінің кескіндеріалынды (сурет 3).

Төменгі суреттерде шунгит толықтырғышының әртүрлі концентрациясындағы, яғни 0,1%, 1%, 0,2%, 0,5%кезіндегі бейнелері көрсетілген.

Әрбір сурет жанында толықтырғыштардың концентрациясының өзгерісіне байланысты кластерлердің диапазондары көрсетілген. Мысалы таза полиимидтің АКМ бейнесінде негізгі аралық 20-22 нм аралығына сәйкес келеді.

Суреттерден полиимидті қабыршақ бетінде сызаттарға ұқсас сызықтарды көруге

болады. Бұл сызықтар қабыршақтың технологиялық формалану процесс кезіндегі шунгит микробөлшектерінің полиимид қышқылдарының аққыштығының байқалуы болуы мүмкін. Бірақ та полиимидті қабыршақ шунгит микробөлшектерінің бетімен түзілсе, онда белгілі бір шарттарда қабыршақтың шунгит микробөлшектерімен берік нүктелік «анкерлік» ілінісуі болуы мүмкін, осыдан кейін оптикалық-механикалық матрицаның бүлінуі орын алады.

Электронды-механикалық зерттеулердің нәтижелері бойынша шунгит бөлшектерінің полиимидке ену жәнеорнығу маршруттары бойынша тұжырым жасауға болады.

«Полиимид – шунгит» қабыршақ жүйелерінің беттерінің топографиялық кескіндері бүжірлі рельефпен сипатталады, негізінен морфологиясы кластерлік құрылымға сәйкес келеді.

Көрініп тұрған кластерлер өлшемдері көп жағдайда қабыршақ қалыңдығымен анықталады. Кластерлердің өзі изотермиялық емес дөңгелек формаға ие. Полиимидті қабыршақтардың кластерлі құрылымы жеткілікті түрдеанық байқалады, кластерлер жеке-жеке сызат түрдеайқын көрінеді.

Берілген қабыршақтардың кейбірінде кластерлер тізбегін құрайтын таяқша күйдегі туынды байқалады[7]. Бұл құрылымдар ұзындығы бірнеше жүз нанометрге дейін жетеді және де өзара тең әрі реттелген бағытта орналасады.

Толықтырғыш концентрациясы 1,0 сал. % болатын қабыршақтың АКМ бейнесінен кластерлердің реттелген, бағытталған көрінісін байқауға болады және де аздаған жерлерінде кластерлердің бірігуін жота күйінде көрсетілгенін аңғарамыз.

Толықтырғыш концентрациясы 0,5 сал. % болатын қабыршақтың морфологиялық құрылымының АКМ бейнесі басқаларынан қарағанда салыстырмалы түрде тегіс. Тек жоғары үлкейту кезінде ғана болмаса, блокты құрылымды анық байқау өте қиын. Сонымен қатар кластерлердің бір-бірімен біріккенін ойыс немесе жота түрінде байқауға болады.

Толықтырғыш концентрациясы 0,1 сал.% болатын қабыршақтың АКМ

бейнесінен кластерлердің белгілі бір ретпен орналасуын бақылау өте қиын, өйткені әр жерде шашыраңқы орналасқан, бетінде жоталарға ұқсас құрылымды аңғаруға болады. Кейбір жерлерінде кластерлердің бір-бірімен біріккен жерлері ойыс жіпше күйінде көрінеді.

Толықтырғыш концентрациясы 0,2 сал. % болатын қабыршақтың АКМ бейнесінен кластерлердің тегіс бейнесін көре аламыз, толықтырғыш қара дақ түрінде әр жерде шашыраңқы орналасқан. Басқа концентрациялармен салыстырғанда беттік кедір-бұдырлылық, жотаға ұқсас құрылымдар байқалмайды. Тәжірибе барысында кластерлер өлшемдері қабыршақтар қалыңдығына, концентрацияға тікелей тәуелді екенін аңғардық.

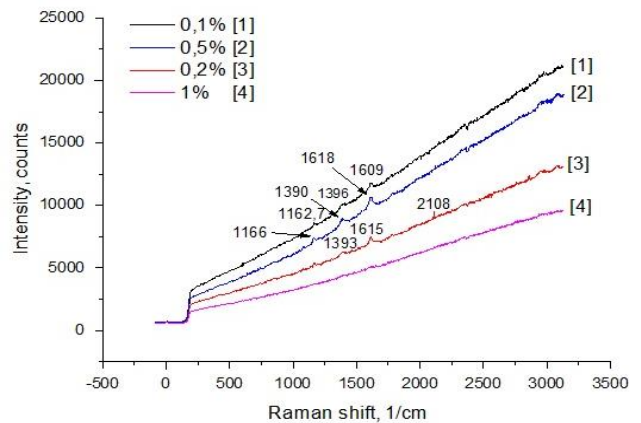
Жарықтың комбинациялық шашырау спектроскопиясы – заттың құрамы мен құрылымына химиялық анализ жасауға арналған тиімді әдістердің бірі болып табылады [36]. Демек заттың молекулалық құрылымын зерттеуге арналған әдіс. Рамандық шашырау жарықтың толқын ұзындығының өзгеруімен жүреді, яғни шашыраған молекуланың тербелмелі бөлшектерінің жарықпен әсерлесуі нәтижесінде түскен жарықтың толқын ұзындығы өзгеріске ұшырайды. 4 суретте құрамында әртүрлі концентрациядағы шунгит толықтырғышы бар полиимидті қабықшаның Рамандық спектрінің суреті көрсетілген [8-9]. Суреттен айтарлықтай өзгеріс көрінбейді, тек байланыстарында аздаған өзгерістерді аңғаруға болады.

Демек толықтырғыш қосу қабықшаның Рамандық спектріне қатты әсер етпейді. Рамандық спектрдің бұндай болуы полиимидтің радиацияға жоғары тұрақтылығымен сипатталады.

Рамандық спектрде шунгиттің концентрациясы 0,1% кезінде өзгерістерді байқауға болады. Таза полиимидті қабықшада C-O-C байланысы 1118 см⁻¹-ге сәйкес келсе, ал толықтырғыш қосылғаннан кейін ол аралығымыз 1162,7-ге сәйкес болды. Демек бұл жердегі тербеліс түрі симметриялы SO₂ байланыс болып табылады. Келесі пик 1396 см⁻¹ сәйкес келеді. Бұл жердегі байланыс C-(NO₂) симметриялы байланыста. Осылайша

салыстырып қарайтын болсақ негізгі интенсивтіліктің спектралды өзгерістері: 1609-2108 см⁻¹ (C=C)~50% дейін, осы аралықта интенсивтілік төмендейді. Ал 1393 см⁻¹ (C-(NO₂)) ~20%, Шунгит концентрациясының 1 сал.% дейін өсуі Рамандық спектрдің айтарлықтай өзгерісін тудырмайды.

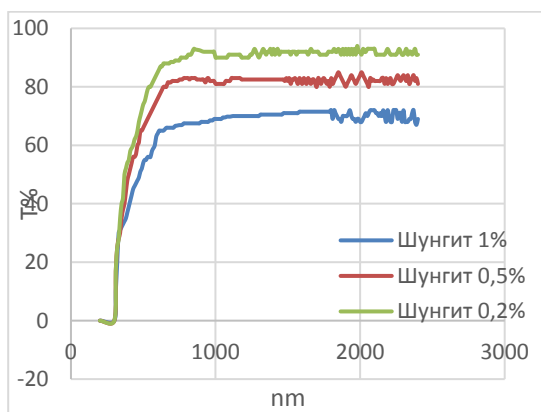
Көлемдік қабаттың шекаралық қабаттан айырмашылығы болуына байланысты 0,1% және 1% аумағында қабықшаның қасиеттерінің өзгеруі тек қана толықтырғыштың концентрациясының өсуімен ғана емес, сонымен қатар шунгитпен шекаралық қабатта шунгит бөлшектерімен қатар орналасқан полиимидтің қабықшаның өзгерісіне де байланысты. Бұндай процесс материалдың бірден өсіп және беріктіліктің бірден төмендеуі, сонымен қатар пластикалық қасиетінің төмендеуіне әкеледі [37].



4 – сурет. Құрамында шунгит толықтырғышы бар полиимидті қабықшаның Раман спектрінің суреті

Жұмысымызда құрылымдық-активті толықтырғыштардың әсерлесу радиусы 100 - 200 мкм болатындығы көрсетілген. Шекаралық қабаттың құрылымы беттен толықтырғышты жою мөлшеріне байланысты өзгеріске ұшырайды. Бұл шекаралық қабатты әртүрлі өтпелі қабаттардың жиынтығы ретінде қарауға мүмкіндік береді. 5 суретте әртүрлі концентрациялы шунгит толықтырғышы енгізілген полимерлі композиттік материалдардың жарықты өткізу

коэффициенттерінің өзгерісін салыстыру графигі көрсетілген.



5 – сурет. Әртүрлі концентрациялы шунгит толықтырғышы енгізілген полимерлі композиттік материалдардың жарықты өткізу коэффициенттерінің өзгерісін салыстыру графигі

Шунгит толықтырғыштан тұратын ПКМ үлгілердің оптикалық қасиеттері толықтырғыш концентрациясына тікелей тәуелді. Жарық өткізу коэффициентінің $\lambda=200-500$ нм мәнінде өте тез көтерілуі байқалады. Бұл құбылыстар қабыршақтың оптикалық центрінің әсерінен болатын ішкі қайта құрылуға байланысты.

Полимерлі композит материалға толтырғышты 0,2 салмақ % концентрацияда ендіру композитті материалдың жарық өткізу коэффициентінің көп өзгерісіне алып келмейді, жарық өткізу коэффициентінің мәнін 8-10% төмендеді. 700-770 нм толқын ұзындығы аралығында төбешік байқалады.

Шунгит толықтырғыштан тұратын ПКМ үлгілердің оптикалық қасиеттері толықтырғыш концентрациясына тікелей тәуелді[10]. Жарық өткізу коэффициентінің $\lambda=200-500$ нм мәнінде өте тез көтерілуі байқалады. Бұл құбылыстар қабыршақтың оптикалық центрінің әсерінен болатын ішкі қайта құрылуға байланысты.

Полимерлі композит материалға толтырғышты 0,5 салмақ % концентрацияда ендіру композитті материалдың жарық өткізу коэффициентінің көп өзгерісіне алып келмейді, жарық өткізу коэффициентінің мәнін 15-18% төмендеді. 700-770 нм толқын ұзындығы аралығында төбешік байқалады.

Шунгит толықтырғыштан тұратын ПКМ үлгілердің оптикалық қасиеттері толықтырғыш концентрациясына тікелей тәуелді. Жарық өткізу коэффициентінің $\lambda=600-800$ нм мәнінде өте тез көтерілуі байқалады. Бұл құбылыстар қабыршақтың оптикалық центрінің әсерінен болатын ішкі қайта құрылуға байланысты[11-12].

Полимерлі композит материалға толтырғышты 1,0 салмақ % концентрацияда ендіру жарық өткізу коэффициентінің мәнін 25-30% төмендеді. Бұл ПКМ матрицасының қайта құрылуымен байланысты құбылыстардың болатынына негізделеді.

Графикте байқағанымыздай ПКМ-дың матрицасына толықтырғыштар енгізу олардың оптикалық қасиеттеріне өз әсерін тигізеді. Бұл жұмыста шунгит толықтырғышын полиимид матрицасына енгізген кездегі жарықты өткізу коэффициентінің өзгерісі зерттелді. Толықтырғышты әртүрлі концентрацияда енгізілді. Зерттеулер құрамында 0,2 салмақ %, 0,5 салмақ %, 1,0 салмақ % нанодисперсті шунгит толықтырғышы бар қабыршақтарға жүргізілді.

Толықтырғыш концентрациясы 0,2 салмақ % болатын композиттік қабыршақтың жарық өткізу коэффициентінің аса өзгерісі байқалмайды.

Ал толықтырғыш концентрациясы 0,5 салмақ % болатын композиттің жарық өткізу қасиеті әдеттегідей ультракүлгін диапазонда артып, көрінетін аумақта төбешік тәрізді күрт өсуі байқалды. 700-770 нм толқын ұзындығы аралығында төбешік байқалады. 800 нм-ден жоғары бірқалыпты өтуі тіркелді. Бұл процесс өз кезегінде ПКМ матрицасының ішкі қайта құрылымдануына байланысты болуы мүмкін.

Толықтырғыш концентрациясы 1,0 салмақ % болатын композиттік қабыршақтардың жарықты өткізу қасиеті ультракүлгін диапазонда ($\lambda=290-500$ нм) күрт жоғарылауы байқалып, көрінетін диапазоннан бастап ($\lambda=600-800$ нм) біршама реттеледі. Жарық өткізу коэффициенті шамамен 25-30% - ға төмендейді

Жұмыстың негізгі нәтижелері

Полиимид қабыршақтарының және «Полиимид – шунгит толықтырғыш»

жүйесіне талдау жүргізу арқылы мынадай қорытынды жасалынды:

1) Шунгит толықтырғыштан тұратын полимерлі композитті материал үлгілерінің физикалық қасиеттері полиимид қабыршақтың концентрациясына, қабыршақ қалыңдығына тікелей тәуелді. Оптикалық микроскоппен зерттеу барысында концентрация артқан сайын болған өзгерістерді талдай отырып аздаған мөлшерде дисперленген толтырғыштың енгізілуі полимерлі матрицаның физика-химиялық өзара байланыстарын өзгертетінін аңғарамыз. Толтырғышты салыстырмалы түрде аз мөлшерде қосу оның беріктігін жоғарылатуға септігін тигізеді. Егер де толтырғыштың концентрациясын одан да өсіретін болсақ, онда ол полиимидті қабыршақтардың механикалық қасиеттерінің төмендеуіне әкеліп соғады.

2) Полиимидке қабыршақтың атомдық-күштік микроскоппен алынған кескіндері бойынша мынадай қорытындыға келуге болады: кластерлер өлшемдері қабыршақтар қалыңдығына, концентрацияға тікелей тәуелді. Шунгит толықтырғышын 0,5 сал. % және 0,2 сал. % концентрацияда ендірген кезде бет тегістілігі байқалады. 0,1 сал. % енгізген кезде бет тегістілігін аңғару қиын, ал 1 сал. % кластерлердің реттелген, бағытталған көрінісін байқауға болады. Демек концентрация неғұрлым аз болса, бет соғұрлым тегіс болады.

3) Рамандық спектрлерді зерттеуде беріктіктің бірден артуы шекарадағы полиимидтің дисперсті толықтырғышпен берік өзара байланысымен түсіндіріледі. Әр түрлі концентрация кезінде беріктіктің бірден өсуі шекаралық қабаттағы полимердің дисперсті толықтырғыш бетімен күшті байланыста болатынын дәлелдейді. Толықтырғыш қосу қабықшаның рамандық спектріне қатты әсер етпейді. Рамандық спектрдің бұндай болуы полиимидтің радиацияға жоғары тұрақтылығымен сипатталады.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Купчишин А.И., Мурадов А.Д., Таипова Б.Г., Искаков Р.М., Абилова М. Физико-механические и оптические свойства полиимидных материалов и их композиций

// Труды 5-ой международной конференции «Радиационно-термические эффекты и процессы в неорганических материалах» (28 июля-4 августа, 2006, Томск). - С. 342-346.

2. Купчишин А.И., Мурадов А.Д., Омарбекова Ж.А., Таипова Б.Г. Механо-оптические исследования полиимидных пленок, облученных электронами и подвергнутых воздействию механической нагрузки и температуры // Известия вузов. Сер. Физика - 2007.- Т.50.-№2.- С. 52-58.

3. Дискант Г.А., Купчишин А.И., Колесов Г.Е., Мурадов А.Д. Влияние электронного облучения на процессы статической деформации гибкоцепных аморфно-кристаллических полимеров // Международная конференция “Современные достижения физики и фундаментальное физическое образование”. – Алматы, КазНУ, НИИЭТФ. – 2005. –С. 51.

4. Дискант Г.А., Колесов Г.Е., Купчишин А.И., Мурадов А.Д., Комаров Ф.Ф. Влияние электронного облучения на деформацию гибкоцепных аморфно-кристаллических полимеров // Материалы 35 Международной конференции по физике взаимодействия заряженных частиц с кристаллами. Изд. МГУ. - М.-2005. – С.193.

5. Дискант Г.А., Купчишин А.И., Мурадов А.Д., Колесов Г.Е., Комаров Ф.Ф., Копченков В.И., Омарбекова Ж.А. Влияние электронного облучения на деформацию гибкоцепных аморфно-кристаллических полимеров // Вестник Казахского национального университета им. аль-Фараби. Серия физическая № 2(20), Алматы - 2005, С. 69-74.

6. В.Ю. Петухов, М.И. Ибрагимова, Н.Р. Хабибуллина, С.В. Шулындин, Ю.Н. Осин, Е.П. Жеглов, Т.А. Вахонина, И.Б. Хайбуллин. Влияние структуры полимерной матрицы на ионно-лучевой синтез тонких металлополимерных пленок. // Высокомолекулярные соединения, Серия А, 2001. – Т. 43. – № 11. – С. 1973 – 1983.

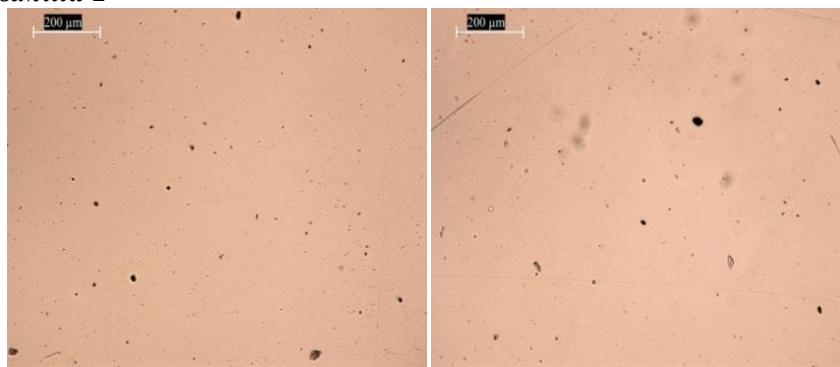
7. Vladimir N. Popok. Ion Implantation of Polymers: Formation of Nanoparticulate Materials. // Rev. Adv. Mater. Sci., 2012. – V. 30. – P. 1– 26.

8. Laius L.A., Dergacheva E.N., Zhukova T.J.. Polyimides, chemistry and characterization. // Eds C. Feger, M.M. Khojastan, J.E. McGrath. Elsevier, Amsterdam, 1989. – 389 p.

9. В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов, А.Д. Паниматченко, Ю.В. Крыжановская. Технические свойства полимерных материалов. // СПб.: Профессия, 2005. – 248 с.
10. Lehmani A., Durand-Vidal S., Turg P. Surface Morphology of Nafion 117 Membrane by Tapping Mode Atomic Force Microscope // J. Appl. Polym. Sci. 1998. – V. 68.- P. 503 – 508.
11. Зайченко Н.А., Васильева В.И., Григочук О.В. и др. Анализ шероховатости поверхности ионообменных мембран методом атомно-силовой микроскопии//Вестник Воронежского Государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2009.- № 1.- С. 5 – 14.
12. Рибендер П.А. // Известия АН СССР. Сер. хим, 1939, № 5.- с. 639-678.
13. Кучер Е.В, Фофанов А.Д., Никитина Е.А. Компьютерное моделирование атомной структуры углероднойсоставляющей шунгита различных месторождений // Исследовано в России, 2002. № 102. С. 1113-1121.
14. Яновский Ю.Г., Мягков Н.Н., Никитина Е.А. и др. Компьютерное моделирование и наноскопическоеисследования структуры и свойств шунгита//Механика композиционных материалов и конструкций, 2006.Т. 12, № 4. С. 513-529.

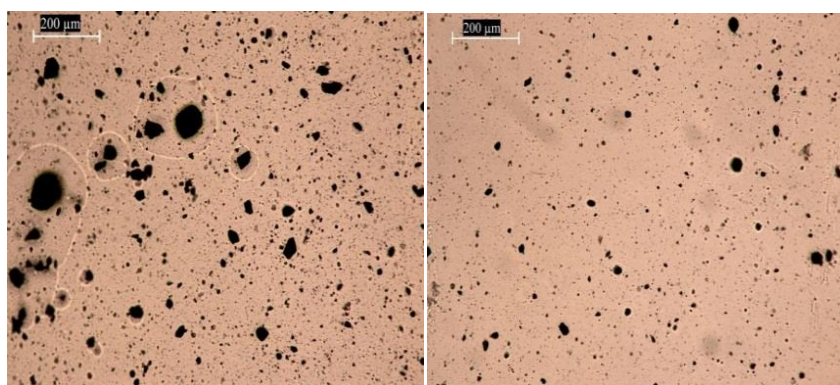
Принята в печать 06.03.17

Қосымша 1



а) шунгит - 0,1%,

ә) шунгит - 0,2%

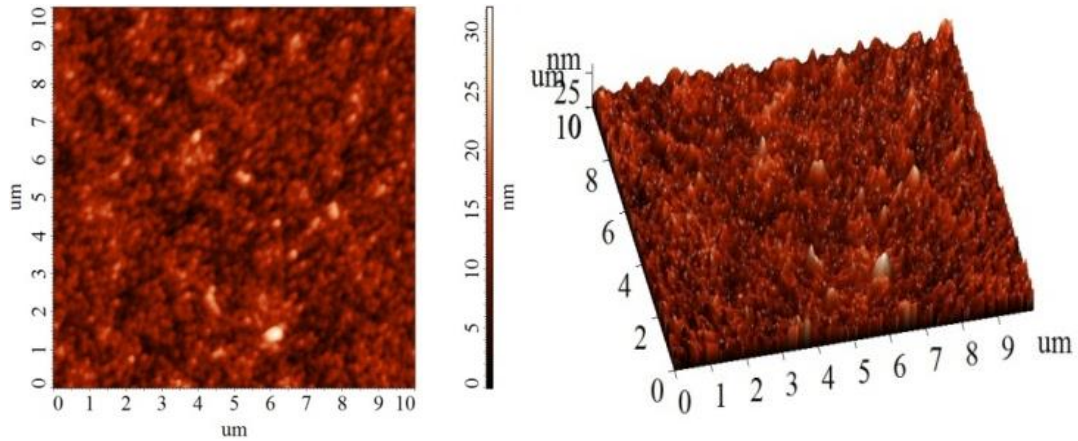


б) шунгит - 0,5%,

в) шунгит - 1%

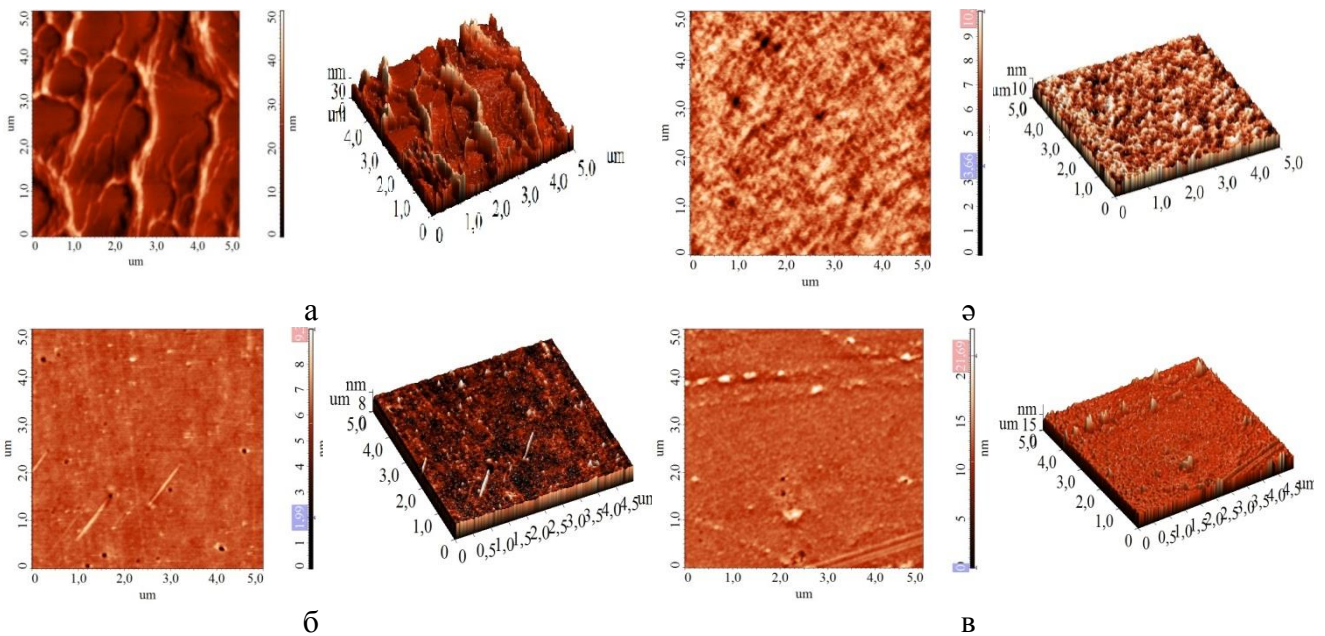
1– сурет. Полиимидті қабыршақтың шунгит толықтырғышының әртүрлі концентрациясындағы оптикалық микроскопия суреттері

Қосымша 2



2 – сурет. Таза полиимид бетінің АҚМ бейнесі

Қосымша 3



- а) шунгит толықтырғышының концентрациясы 0,1%;
- ә) шунгит толықтырғышының концентрациясы 1 %;
- б) шунгит толықтырғышының концентрациясы 0,2%;
- в) шунгит толықтырғышының концентрациясы 0,5%

3 – сурет. Полиимидті қабыршақтың шунгит толықтырғышының әр түрлі концентрациясындағы АҚМ суреттері

А.Д. Мурадов, С.Б. Мұхамбетова, К.Б. Черязданов

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан;
salta-93@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПОЛНИТЕЛЯ ШУНГИТА НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИИМИДНОЙ ПЛЕНКИ

Аннотация. В данной работе показаны экспериментальные исследования поверхности тонких аморфных пленок серебра. Топографические изображения поверхности металли-

ческих пленок характеризуются шероховатым рельефом, в целом морфология соответствует кластерной (блочной) структуре. Видимые размеры кластеров, как правило, коррелируют с толщиной пленок, сами кластеры имеют неизометрическую округлую форму, поверхностная огранка не просматривается, хотя в последствие, вероятно, плотной упаковки нередко они принимают форму полиэдров. Кластеры серебряных пленок визуализируется достаточно четко, кластеры хорошо разрешаются по отдельности, что проявляется в виде трещиноватости пленки, при этом статистический разброс размеров относительно невелик. Полученные результаты показывают, что с возрастанием дозы облучения для всех трех типов металлизации образцов наблюдается существенный рост электросопротивления.

Ключевые слова: полиимидная пленка, классификация наполнителей, раман-спектроскопия, атомно-силовая микроскопия, оптические свойства.

A.D. Muradov, S.B. Mukhambetova, K.B. Cheryazdanov
Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;
salta-93@mail.ru

STUDY OF FILLER SHUNGYT THE PHYSICAL PROPERTIES OF THE POLYIMIDE FILM

Abstract. Experimental researches of surface thin amorphous films of silver have shown in this work. Topographic image of the surface of metal films are characterized by rough terrain, in general morphology corresponds to a cluster (block) structure. Visible sizes of clusters tend to correlate with the thickness of the films, the clusters themselves are not isometric rounded shape cut surface is not visible, although subsequently probably close packing they often take the form of polyhedra. Clusters of silver films rendered quite clearly, clusters are well resolved individually, which is manifested in the form of fracture of the film, and the statistical distribution of sizes is relatively small.

Keywords: polyimide film, classification of fillers, raman-spectroscopy, nuclear and power microscopy, optical property.

А.Д. Мурадов, С.Б. Мұхамбетова, К.Б. Черязданов
Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті Алматы қ., Қазақстан

ПОЛИИМИДТІ ҚАБЫРШАҚТЫҢ МОРФОЛОГИЯСЫНА, ОПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ, МОЛЕКУЛАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫНА ШУНГИТ ТОЛЫҚТЫРҒЫШЫНЫҢ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫНЫҢ ӘСЕРІ

Аннотация. Жұмысымызда полиимидті қабыршақтың морфологиясына, оптикалық қасиеттеріне, молекулалық құрылымына шунгит толықтырғышының концентрациясының әсері зерттелді. Сол алынған барлық үлгілерде концентрацияға байланысты өзгерістерді байқауға болады. Концентрация артқан сайын бет соғұрлым тегіс болады. Толықтырғыш қосу қабыршақтың спектріне қатты әсер етпейді, спектрдің бұндай болуы полиимидтің радиацияға жоғары тұрақтылығымен сипатталады. Полиимидті қабыршақтардың беріктік және т.б. қасиеттерінің өзгеруі толықтырғыштың түрімен қатар оның концентрациясына да тәуелді екенін білдік.

Түйін сөздер: полиимидті қабыршақ, шунгит толықтырғышы, раман-спектроскопия, атомдық-күштік микроскопия, оптикалық микроскоп.