

Қ.Қ. Бейсембаева, А.С. Амангелді, А.А. Куйкабаева, М.Н. Мухтарова
(әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,
kalamkas-1993@mail.ru)

КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ҚАЛЫПТАСТЫРУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Композициялық электролиттік жабынды тұндыру кезіндегі негізгі мәселе, ол дисперсиялық фазаны құрайтын реттеу әдісін іздеу, өйткені барлық қолданыстағы әдістер тек белгілі бір дәрежеде электролиттік металл тұнбасында ұнтақ бөлшектерді енгізуді ұлғайтуға мүмкіндік береді. Бұл практика бойынша жүзеге асырылған КЭЖ-ді алу әдісіне байланысты, металды матрицада бөлшектерді енгізу өте көптеген факторларға тәуелді болып табылады: дисперсиялық фазаның бөлшектерінің мөлшеріне, оның табиғатына, электролиттегі концентрациясына, электрөткізгіштігіне, беттік құрылымға, ток тығыздығына, температураға және электролит тұтқырлығына, электролизер пішініне, электродтар пішіні мен оны орналастыру әдісіне, гидродинамикалық электролит пен суспензияны араластыру әдісіне, дисперсиялық фаза бөлшектерінің зарядына және т.б. Бұл көптеген факторлар кейбір жағдайларда бір-біріне қатты әсер етеді, сол себепті КЭЖ-ді тұндыру процессінің жүруін іс жүзінде күтпегендей қиындатып, соңында реттелмейтіндей етеді [1].

Біз осы мәліметтерге мұқият талдау жасай отырып мынандай қорытындыға келдік, КЭЖ-дің құрамын болжау үшін және құрамын реттеу мақсатында оның құрамына әсер ететін факторлардың мөлшерін азайтатын және сол факторларды оңай басқара алатын КЭЖ-ді тұндырудың осындай әдісі керек. Қазіргі кездегі көзқарас бойынша КЭЖ-де табысты шөгу мынандай негізгі кезеңдердің орындалуына байланысты жүреді:

1. Дисперсиялық фаза бөлшектерінің катод бетінде жинақтала бастауы;
2. Осы бетте бөлшектердің тұрақтап қалуы (адгезия, адсорбция);
3. Матрицалық катод бетіндегі бөлшектердің көбеюі;

Көрсетілген кезеңдердің бірінің орындалуына кедергі жасау немесе жасамау КЭЖ-дің қалыптасуында көрініс береді. Осыған орай, КЭЖ-ға дисперстік фазаны ұстауды реттеудің тиімді тәсілін іздестіру мәселесі шешімін табады, егерде үш жоғарыда аталған кезеңдерді берілген мақсатта тиімді қолданса [2].

КЭЖ-ді тұндыру үшін қолданылатын ұнтақтардың дисперсиялығы, оларды алу кезінде үш градацияға ие: 1-5 мкм - орташа, 5-15 мкм - жіңішке, 0,1-0,01 мкм— коллоидты [3]. Осыған байланысты ұнтақтардың дисперсиялығы аз 0,01 мкм, яғни 10 нм КЭЖ-ді алу үшін қолданылатын аймақ мөлшеріне кірмейтіндігі анық.

Қазіргі заманғы терминология бойынша наноматериалдар құрылымдық элементтерді құрайтын, геометриялық мөлшері 100 нм-ден аспайтын және жаңа құрылымды, функционалды және өнімділік сипаттарға ие наноматериалдарды айтамыз. Егер кез келген бөлшектің мөлшерін бір, екі немесе үш координата бойынша нанометрлік масштабқа дейін кішірейтетін болсақ жаңа сапа пайда болады, ол наноматериалдарда және нанотехнологияларда қолданылады.

Наномөлшерлі бөлшектер (НМБ), оған кластерлер жатады, олар өздерінің мөлшері бойынша классикалық және кванттық физика заңдарымен реттелетін макро және микробөлшектердің арасында орналасуына байланысты бірнеше мәселелерді тудырады. Микроәлемді басқаратын және әрбір микробөлшектердің қозғалысын сипаттайтын кванттық механика заңдары НМБ сияқты жүйелерге қолданылмайды, себебі бұл жүйелер ондаған, жүздеген және мыңдаған атомдардан құралады.

НМБ-ның энергетикалық деңгейінің спектрі үлкен молекулалардың спектріне ұқсас, үлкен молекулалардың энергетикалық деңгей атомдары бір-біріне жақын орналасқан, осының негізінде олар қабаттасып энергия топтарын құрады. Энергия деңгейлері арасындағы қашықтық h , мына формуламен анықталады [4]:

$$h = \frac{E_F}{N} \quad (1)$$

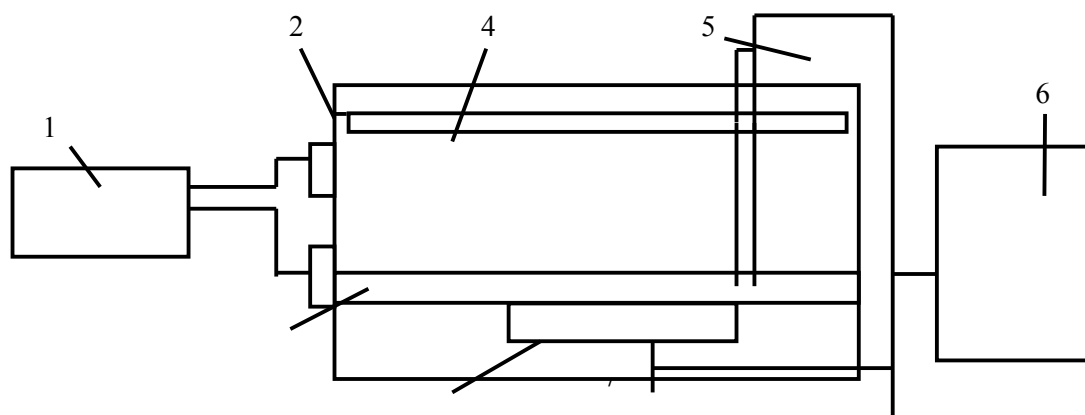
мұндағы: E_F – Фермидің энергия деңгейі, N – НМБ-дағы атомдар саны.

Бұл формула бойынша бөлшектердің максималды мөлшерін табу барысында электрондық қасиеттердің өзгерістерін күтуге болады, сонда екі нанометрге дейін тең нәтиже береді. Осыны критикалық мөлшер деп есептейміз, ол НМБ-ның электрондық қасиеттерінде маңызды өзгерістерді тудырады.

Эксперименттік зерттеулер бұл болжамды растады. НМБ-ның құрылымы 2-5 нм мөлшерлі диапазонда түбегейлі өзгеретіні соншалықты металдың диэлектрикке айналуын айтуға болады. Бұл қорытынды металдық НМБ-ның мөлшерін кішірейте отырып энергия деңгейіндегі электрондар байланысының энергиясын арттыруға негізделген. Бұдан белгілі болғандай НМБ-ның қасиеттері осы мөлшерге байланысты қиын әрі жұмбақ болып табылады.

Наноматериалдардың жаңа қасиеттері электрондық спектрлердің квантталуы кезінде пайда болады. Бұл наноматериалдарды қайда қолдануға болатындығын көрсетеді. Бейорганикалық конструкциялық материалдар аумағында, олардың жаңа қасиеттері наномөлшерлерге ауысқанда пайда болады, ол мөлшер, қабат бөлігін бірнеше есе көлемге дейін үлкейтеміз, қалыпты көлемді материалмен салыстырғанда.

Жоғарыда айтылған КЭЖ дисперсиялық бөлшектерінің құрылымы мен таралуынның реттелуі, үш негізгі бөлігі бар эксперименттік құрылғымен жүзеге асқан: электролиттік ванна, ваннаның ток көзі мен ультрадыбыстық генератор (1 сурет). Құрылғының негізгі айрықша белгісі электролиттік ванна болып табылады. Электролит суспензиямен толтырылған ваннада 2, горизонтальды түрде екі электрод орналасқан: жоғарғысы - анод 4, төменгісі - катод 3, ол жабынды бөлігі болып табылады. Ваннаның түбінде араластырғыш құрылғы 7 болады, мысалы, винтті араластырғыш немесе ультрадыбыстық араластырғыш және т.б. құрылғылар. Анод 4 алынғыш болып келеді, себебі катод 3 аймағына орналастыру оңай болу үшін.

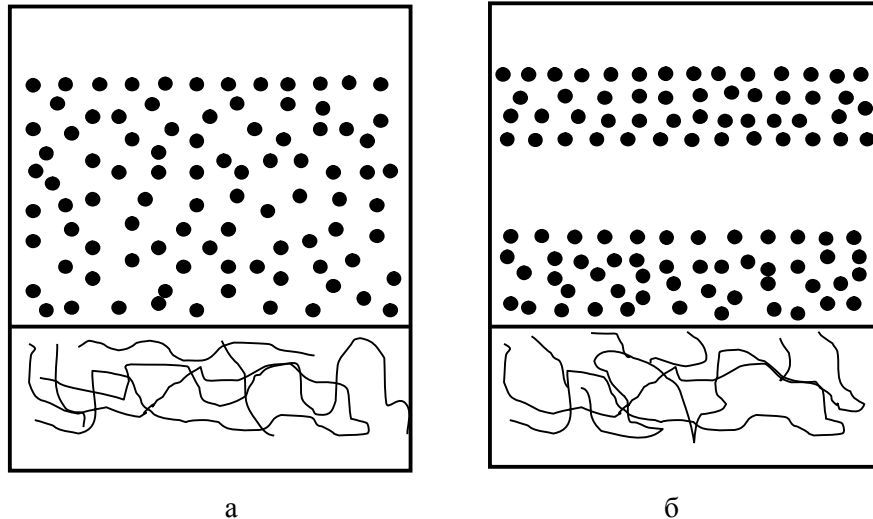


1-сурет. Хладни фигурасы мен кесіп алу байланысы негізіндегі КЭЖ - ді тұндыруға арналған қондырғы схемасы

1- ваннаның ток көзі; 2- электролиттік ванна; 3- катод; 4- анод; 5- стержінді сәулелендіргіш; 6- ультрадыбыстық генератор; 7- ультрадыбыстық сәулелендіргіш; [5]

Катод ваннаның алдыңғы және артқы қабырғалары арқылы жылжи алатын етіліп жасалған. Ол қосалқы камера арқылы қозғалысқа келеді. Егер катод ваннада қозғалысқа келгенде, суспензия еш кедергісіз анод деңгейіне дейін көтеріледі. Араластыру аяқталып, катодтың қозғалысы тоқтаған кезде, катод бетіндегі седиментацияланатын дисперсиялық фаза бөлшектері оның бетіне тұнады. Кесіп алу әдісінің негізі осымен бітеді.

Катод бетіндегі бөлшектер, белгілі бір уақыт аралығында олар металға жабыса отырып көбейеді. Осының негізінде, КЭЖ-дің бірінші қабаты түзіледі, ені d -ға тең. Металдық матрица көлемінде, дисперсиялық фаза квазитең таралатын КЭЖ-дің керекті қалыңдығын алғанша, жоғарыдағы процессті қайталай береміз (2, а-сурет). Егер дисперсиялық фаза квазитең таралатын КЭЖ-де бірнеше қабат қалыңдығын алу үшін белгілі бір уақыт керек (2, б-сурет).



2-сурет. КЭЖ-дегі дисперсиялық бөлшектердің квазитен таралуының схемасы: а - КЭЖ-дің барлық көлемі бойынша квазитен таралуы; б - қабат бойынша

Талшықты таралуды алу үшін, кесіп алу технологиясын, Хланди фигурасына қолданатын технологиямен байланыстыру керек [6]. Бұл үшін, келесі технологиялық байланысты қолданамыз. Дисперсиялық бөлшектердің талшықты таралуының талаптарына сәйкес, ультрадыбыстық сәулелендіргіштің формасы таңдалады: концентрлік шеңбер үшін-стержіндік, тік жіп тәрізділер үшін-пышақтық және т.б. Есептеулер негізінде, талшықтардың арақашықтығы, толқын ұзындығының жартысына тең екендігін көреміз:

$$\lambda_{\text{ш}} = \frac{\beta}{\sqrt{V}} \quad (2)$$

Пластина үшін:

$$r = \frac{\lambda_{\text{ш}}}{2} \quad (3)$$

Дыбыс генераторының жұмыс істеу жиілігі мынаған тең:

$$v = k \frac{d}{s} \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (4)$$

Қосалқы камераға катод орнатылады. Электролитті араластырғыш 5 арқылы араластырады. t_0 уақыт өткеннен кейін, араластыру аяқталған соң, қосалқы камерадан катод жылжытылады, катод бетінде квазитен таралатын, седиментациялық кеңістіктің дисперсиялық фаза бөлшектерін кесіп алу үшін. Катод пен ультрадыбысты сәулелендіргіш арасындағы байланыс келтіріледі, ол үшін алдын ала ваннадан анодты 3 алып тастайды. Ультрадыбыстық генераторды қосамыз және бірнеше секундтан кейін катод бетінде, қажетті дисперсиялық бөлшектер (Хланди фигуралары) түзіледі [7]. Ультрадыбыстық генераторды өшіріп, анодты 3 орнына қоямыз. Электрлік ваннаны қосып және біраз уақыттан t_3 кейін металда электролиттік тұнба аламыз, дисперсиялық бөлшектерді көбейту үшін:

$$t_3 = \frac{d}{u} \quad (5)$$

Жоғарыда келтірілген процессті қайталай отырып, бізге қажетті қалыңдықтағы КЭЖ-ді аламыз, талапқа сай, құрылым мөлшері мен дисперсиялық фаза таралуы.

Келтірілген технологиялық әдістер жалпылама болып табылады. Сондықтан, оған қосымша пунктер толықтырыла алмайды, яғни қабатты КЭЖ-ді қалыптастыру талаптары. Мысалы, соңғы процесс біткеннен кейін пункті қарастырамыз, яғни белгілі қабатта таралатын дисперсиялық бөлшектердің тұнуын қарастырамыз.

Металдық КЭЖ-ді қалыптастыру үшін, хромдалған, никельденген электролиттер кең қолданылады, басқада құрылымдардың тұнуы 1 кестеде келтірілген [8]. Осы зерттеуде, сонымен қатар кадмий, мыс және мырыш негізіндегі композициялық электролиттік пленкалар зерттелді. Дисперсиялық фаза ретінде ұнтақтар қолданылды: күйе түтік, БАУ маркалы көмір, күкірт, аморфты бор, кремний диоксиді, никель және т.б.

1 кесте. Әр түрлі макроқұрылымдығы КЭЖ-ді қалыптастыруға арналған электролиттердің құрамы мен режимдері

КЭЖ-дің типтері	Электршөгіндінің құрамы мен режимі	
Әмбебап хромдалған электролит негізінде	Хромды ангидрид, кг/м^3	250
	Күкірт қышқылы, г/м^3	2,5
	Дисперсиялық фаза, кг/м^3	3-5
	Температура, К	323-328
	Ток тығыздығы, кА/м^2	5-6
Өзін-өзі реттеуші хромдалған электролит негізінде	Хромды ангидрид, кг/м^3	250
	Күкірт қышқылды стронций, кг/м^3	6
	Кремний фосфорлы калий, кг/м^3	20
	Дисперсиялық фаза, кг/м^3	3-5
	Температура, К	323-333
	Ток тығыздығы, кА/м^2	3-5
Никель негізінде	Күкірт қышқылды никель, кг/м^3	250-300
	Хлорлы никель, кг/м^3	50-60
	Бор қышқылы, кг/м^3	25-40
	1,4- бутиндиол (100%)	0,18-1,15

Көп заттар, инертті сияқты жинақы жағдайда, дисперсті жағдайда электролит құрамын өзгерте алады. Бұл дисперстік жағдайдағы заттардың белсенділігі жоғары екендігімен түсіндіріледі. Сондықтан, таза электролиттің негізгі параметрлері, ағыммен шығу, қуатын азайту, электрөткізгіштігі сияқты параметрлері өзгеруі мүмкін, егер дисперсиялық фаза енгізгенде. Бұл өзгерістер әр жағдайлар үшін бақыланып және есепке алынып отыруы керек [9].

Зерттеулер көрсетті, практикада КЭЖ-дің макроқұрылымын қалыптастырғанда, негізгі рөлді металдың электршөгуінің жылдамдығы “u”, ол дисперсиялық фазаның әртүрі үшін металлографиялық әдіспен анықталады:

$$u = \frac{L}{t} \quad (6)$$

мұндағы: L- электршөгінді металл қабатының ені, t- электршөгу уақыты [10].

КЭЖ-дің макроқұрылымын, кесіп алу әдісі арқылы қалыптастырудағы, негізгі дайындық жұмыстары былай жүргізіледі:

1. Металда тұнатын электролит үшін, дисперсиялық фазаның химиялық белсенді заттарын құру, мысалы, электролитке хромдалған, никельденген.

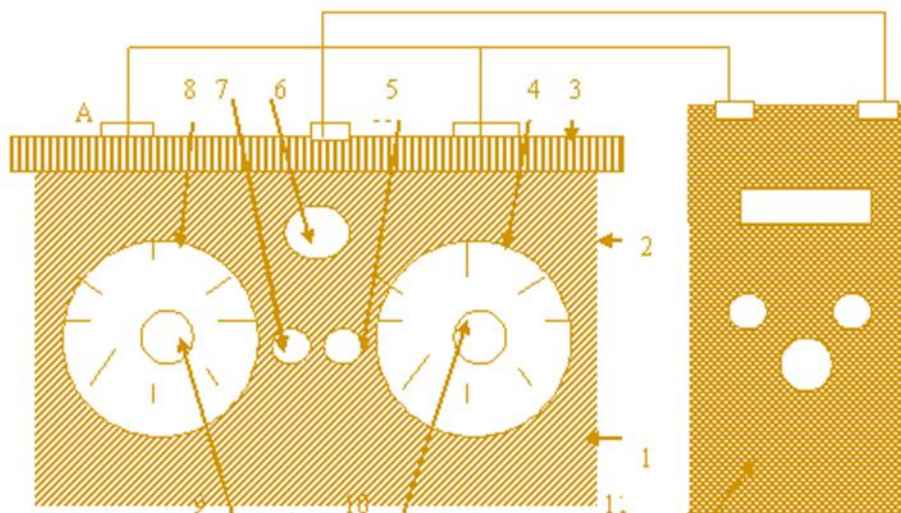
2. Электролитке тек мынандай дисперсиялық фазалар кіруі керек, яғни электролиттің құрамын және құрылымын айтарлықтай өзгертпейтін немесе жақсы жағына өзгертетін: ағымдағы шығысты ұлғайтады, электрөткізгіштігін арттырады және т.б.

3. Егер қажет болған жағдайда, дисперсиялық фаза заттарымен КЭЖ-ді алу үшін, электролиттің құрамын нашарлататын немесе көбеймейтін электршөгінді металл заттары, сол үшін бұл ұнтақтар арнайы ерітінділерде өңделеді, электролиттің құрамы мен көбеюді жақсарту мақсатында.

4. КЭЖ-ді алу режимінің температурасы мен қозғалыссыз электролиттегі электршөгінді металдың жылдамдығын u (мкм/мин) эксперимент жүзінде анықтау.

• Физико-математические науки

Хром негізінде КЭЖ алу үшін біз жасалған қондырғы негізіне оның жаңа қолданыста, нақтылап айтқанда, нанокөмешілік жүйелерді түрлендіру мүмкіндіктерін зерттеу мақсатында оны қолдануға мүмкіндік беретін біз қосқан бір қатар жетістіктермен толықтырылған ультрадыбыстық ваннаны (УДВ) – 2,8 ЗАО «ПКФ Сапфир» (3 сурет) қолдандық.



3-сурет. Нано-КЭП тұнбаға анализаторында болды түсүруге арналған қондырғының сыртқы сипаты [11]
*1 – УЗГ корпусы; 2 - ванна корпусы; 3 – ванна қақпағы; А және К – клеммалар;
4 – температура бағанасы; 5 - термостат индикаторы; 6 - таймер тетігі; 7 - таймер индикаторы;
8 – таймер бағанасы; 9,10 – термостат және таймер бағандарының тұтқасы*

Нанокұрылымданған жүйелерді түрлендіруге арналған жетілдірілген қондырғы келесі үш негізгі түйіндерден тұрады:

- ВСА типті электролиттік ваннаның қуат көзі;
- Электролит-суспензиясы бар ультрадыбыстық ванна;
- Қондырылған ультрадыбыстық генератор.

Қондырғының алынған наноұнтақтардың ерекше бөлігіне ванна түбі болып табылатын астыңғы бөлігіне орнатылған ультрадыбыстық сәулелендіргіші бар ультрадыбыстық ванна жатады, ал ваннаның үстіңгі бөлігінде тікбұрышты қима бар, ал төменгі бөлігі трапеция пішінді болып табылады. Ваннаның алынған наноұнтақтардың осындай пішінде болу себебі дисперсті бөлшектер КЭЖ тұнбаға түсу процессінде «өлі аймақтарда» жиналып, қатысудан қалмайды. Қолданылымдағы ультрадыбыстық ванналарға, атап айтқанда «Сапфир» фирмасынан (Ресей) шығатын ванналарға қарағанда біз дайындаған ваннада келесі маңызды ерекшеліктер бар:

- Ваннаның түбінде алынған наноұнтақтардың орналасқан ультрадыбыстық сәулелендіргіш (түбіндегі сәулелендіргіш) ваннаның бір бөлігі болып табылмайды, толық ваннаның түбі болып табылады;
- Түбіндегі сәулелендіргіш, анализаторында болды ваннаның толықтай түбі бола отырып ванна корпусымен қатты байланыспайды;
- Ваннаның үстіңгі бөлігі қимада тікбұрышты пішінге ие, ал төменгі жағы – қиылған пирамида тәрізді;

Бізге ұсынылып отырған ваннаның бірінші ерекшелігі – «Сапфир» фирмасынан шыққан ваннаның өте үлкен кемшілігі, атап айтқанда, ваннаны хромдау процессінде қолданған кезде (22-24 сағат бойы) сәулелендіру бөлігінің орталығындағы ванна түбінің өте жылдам бұзылуы. Аталған кемшілік «Сапфир» ванналарындағы толқын жүргізуші желімнің көмегімен ваннаның сыртқы бөлігімен қатты байланысу салдары болып табылады. Бұл алынған наноұнтақтардың толқын жүргізішпен қатты байланысқан ванна түбінің бөлігі қатты бекітілген емеуріндері бар мембрана тәрізді тербелуіне әкеледі, сондықтан оның орталық бөлігінде таңбалары ауысатын кернеудің максималды мәндерінің біртекті тармақталуы пайда болады.

Екінші дисперстік спектрометрия әдісінен ерекшелігі – тербеліп тұрған сәулелендіргіштің ваннамен қатты байланысы болмағандықтан, «Сапфир» фирмасындағы ванналарда орын алатын маңызды шындық, таңбалары ауысатын ішкі кернеулер болмайды. Бұл алынған наноұнтақтардың жағдайында сәулелендіргіш (яғни, ваннаның түбі) тығыз резеңке төсемдерде – амортизаторларда «еркін» тербеледі. Егер алынған наноұнтақтардың осы кезде ішкі кернеулер пайда болса, онда олардың мәндері болмашы және сәулелендіргіштің беткі қабатына бірдей тармақталған. Сондықтан бұзылу орын алса да, топталып болмайды, ал сәулелендіргіш беткі қабатында бірдей таратылады, ол өз кезегінде ванна түбінің ұзақ мерзімге жарамдылығына септігін тигізеді. Ұсынылып отырған ваннаның үшінші ерекшелігі – бұнда «Сапфир» фирмасы ұсынған ванналардағы сияқты, дисперсті фазалардың басым көпшілігі жинақталатын «өлі аймақтар» болмайды. Бұл КЭЖ түрлендіру алынған наноұнтақтардың процессіндегі электролитке енгізілген дисперсті фазадағы барлығының қатысуына негіз болады [12].

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Сарсембинов Ш.Ш., Яр-Мухамедов Ш.Х., Яр-Мухамедова Г.Ш. Физические основы формирования структуры композиционных материалов с заданными свойствами. - Алматы: КазНУ им. аль - Фараби, 2005. - 404 с.
- [2] Волокнистые композиционные материалы с металлической матрицей / под ред. Шоршорова М.Х. - М.: Машиностроение, 1991. - 272 с.
- [3] Манохина А.И. Композиционные материалы. - М.: Наука, 1991. - 305 с.
- [4] Ермоленко А.Ф., Абрамчук С.С., Протасов В.Д. Оценка параметров распределения прочности армирующих волокон, взаимодействующих по боковой поверхности, путем испытания их пучков //Механика композитных материалов. - 1995. - № 1. - С. 3 - 6.
- [5] Сарсембинов Ш.Ш., Яр-Мухамедова Г.Ш. Современное состояние проблемы получения композитов //Вестник КазГУ. - 2000. - № 1(8). - С. 100 - 104.
- [6] Айдарбекова Р.Ы., Чукубаева А.Ж. Классификация существующих способов и устройств в соответствии со стадиями процесса формирования композиционного электролитического покрытия (КЭП) //Сб. науч.трудов КазНТУ. - Алматы, 2004. - Т. 2. - С. 415 - 418.
- [7] Яр-Мухамедов Ш.Х., Яр-Мухамедова Г.Ш. Анализ современного состояния и тенденции развития мировой и отечественной науки в аспекте композиционных и нано-композиционных электролитических покрытий //Материалы Международной конференции «Металлургия XXI века - состояние и стратегия развития». - Алматы, 2006. - С. 544 - 557.
- [8] Яр-Мухамедов Ш.Х., Яр-Мухамедова Г.Ш. Что такое КЭП и нано-КЭП //Индустрия Казахстана. - 2006. - № 7. - С. 12 - 15.
- [9] Сайфуллин Р.С., Надеева Ф.И., Прибыш И.З. Получение композиционных электролитических покрытий на основе хрома //Прикладная электрохимия. – Казань, 1973. - Вып. 1-2. - С. 44 - 48.
- [10] Воздвиженский Г.С., Сайфуллин Р.С., Надеева Ф.И. Некоторые способы получения и изучения КЭП на основе никеля //Прикладная электрохимия. - Казань. - 1973. - Вып. 1-2. - С. 48 - 50.
- [11] А.С. 1595950 СССР. Способ осаждения композиционных электролитических покрытий /Яр-Мухамедова Г.Ш.; опубл. 1989.
- [12] Яр-Мухамедов Ш.Х., Яр-Мухамедова Г.Ш. Состояние и проблемы использования композиционных электролитических покрытий //Вестник Евразийского университета. - Астана, 2001. - № 1. - С. 20 - 26.

Бейсембаева К.К., Амангелді А.С., Куйқабаетова А.А., Мухтарова М.Н.

Вопросы формирования композиционных систем

Аннотация. Современное жидкое состояние одной из основных областей физики относится к изучению закономерностей преобразования нанокomпозитных систем. Структура и свойства наноматериалов до сих пор не решена проблема научного обоснования законов преобразования. В связи с этим, изучение закономерностей систем преобразования нанокomпозитных материалов и наделенных качествами современной физики статусом жидкости является наиболее актуальной задачей. В процессе нанесения в КЭП для седиментации, электролитические методы, которые будут использоваться только в определенной степени будет возможность осуществлять расчеты порошковых металлических деталей. Растворение наноструктурированного электролита кремния диоксида приведено впервые. Нанокomпозитных систем на основе нового метода коэффициент конверсии электрического осаждения возможность количественного описания и моделирования композитных панелей рельефа. На основе сравнения экспериментальных результатов и теоретических законов

информационных, и может быть использован для описания структуры свойств наноструктурированных композиционных систем.

Ключевые слова: композиция, наноконпозиция, седиментация, дисперсная фаза, отложение, систематизация.

Beyisembayeva K., Amangeldy A., Kyikabayeva A., Mukhtarova M.

Вопросам формирования композиционных систем

Annotation. Modern liquid state one of the major fields of physics relates to the study of nanocomposite systems conversion laws. Therefore, most of the research carried out by scientists around the world to explore the unique structure and properties of nanomaterials. However, the structure and properties of nanomaterials is still not solved the problem of scientific substantiation conversion laws. In this regard, the study of the laws of conversion systems nanocomposite materials and endowed with the qualities of modern physics of fluid status is the most urgent task. In the process of applying to the ECC for sedimentation, electrolytic methods that will be used only to a certain extent will be able to carry out calculations of powder metal parts. Dissolution of nanostructured electrolyte silica prividitsya first time. Nanocomposite systems based on the new method of conversion rate of electric deposition possibility of quantitative description and modeling of composite panels relief. Based on the comparison of experimental results and theoretical information laws, and can be used to describe the properties of nanostructured composite structure systems.

Keywords: composition, nano – compositions, sedimentation, dispersed phase, deposition, systematization.

УДК 517.926+ 316.012

М.А. Мустафин, А.С. Саденов

(Международный университет информационных технологий,
Алматы, Республика Казахстан sadenovalisher@gmail.com)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГОНКИ ВООРУЖЕНИЙ РИЧАРДСОНА

Аннотация. Данная работа посвящена модели гонки вооружений Ричардсона.

Ключевые слова: социология, модель гонки вооружений Ричардсона.

Социология, как и другие общественные науки (включая политологию, общественную деятельность, государственное управление, уголовное право, исследования народонаселения и геронтологию) являются дисциплинами, основанную на исследованиях данных [1]. Но для анализа динамики социальных процессов этого мало. Для этого применяются методы системного анализа и математического аппарата (дифференциальные и разностные уравнения). Уже в настоящее время есть немало работ, где применяют теорию катастроф, синергетику и т.п. Более того, модели социологии зачастую относятся моделям трудноформализуемых объектов [2]. Поэтому составление модели в социологии представляет собой определенные трудности. В последние десятилетия наблюдается заметная активность математиков-прикладников в области гуманитарных наук. Число публикаций, посвященных математическому моделированию в социологии, из года в год растет. При этом, трудности исследований в социологии отмечают многие ученые. Известный американский социолог Р.Коллинз считает, что за 100 лет исследований в социологии практически нет общепризнанных законов [3]. Причины этого Р.Коллинз видит в следующем:

- ориентация на конкретное социологическое исследование данного объекта в определенное время не дает возможности подметить сходное в различных исследованиях;
- использование многочисленных все время модифицируемых статистических методов обработки результатов затрудняет их сопоставление;
- трудность установления взаимопонимания между учеными из-за огромного количества направлений и школ в социологии.

В данных обстоятельствах современный социолог вынужден использовать существующий математический инструментарий, логические возможности современных ЭВМ для генерирования гипотез, проверки их непротиворечивости, получения выводов из заданных постулатов, проведения модельных экспериментов. Как правило, выделяют в моделировании два этапа: