

ӘОЖ 544.77:621.3.035.4

Г.Ш. Яр-Мухамедова, Ж.А. Айтбаев*
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.
*E-mail: jasik09@mail.ru

Cr-SiO₂-C наноқұрылымдық композициялық электролиттік қаптамалардың атомдық-күштік микроскопиялық зерттемесі

Аңдатпа. Атомдық күштік микроскоптық әдістермен 3% NaCl ерітіндісінде нано-КЭҚ микроқұрылымдарындағы өзгерістердің жемірілуге дейінгі және кейінгі сынау жұмыстарының нәтижелері келтірілген. Барлық зерттеулер үшін 333-343К температура аралығында алынған нано-КЭҚ-лар ең жоғары жемірілуге бекемділік қасиетке ие екендігі орнатылды.

Түйін сөздер: композитті электролиттік қаптамалары, нано-өлшемді бөлшектер, электролит, атомдық күштік микроскоп.

Кіріспе

Қазіргі уақыттың ең басты мәселесі коррозиямен және металлдың тозуымен күресу. Бұл әсіресе деталь, машина, агрессивті ортада: теңіз суы, көптеген қышқылдар, әртүрлі тұздарды өңдеу, көмір мен руда және т.б. өндірістерінде көп кездеседі.

Металдар және құймалардан жасалған конструкциялар әртүрлі заттармен жанасып, олармен әрекеттесіп, түрлі қосылыстар түзе алады. Бұл кезде металл бұйымның қасиеттері өзгереді және олар түгелдей қолдануға жарамсыз болып қалады. Бұл өте зиянды және кәуіпті процесс коррозия деп аталады. Ол металл конструкциялардың термодинамикалық тұрақсыздығынан болады. Мысалы судағы оттектік коррозияның сипаты: $4\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ түрінде болады.

Адамзат тарихында ең алғаш темір өндіру б.з.б. 1-мыңжылдықта ғана темір металлургиясын қолданысқа кеңінен ендіру қолға алынды. Одан кейінгі металлургияның өркендеуі даму кезеңдерінде де, орта ғасырларда да, тіпті қазіргі технологияның шарықтап дамыған кезінде металлдардың коррозиясы ең актуальды проблемалардың бірі болып қала береді.

Металдардың коррозиясынан қазіргі қорғау келесі әдістерге негізделеді: коррозиялық ортадан конструкциялық материалдардың химия кедергісінің жоғарылауы, металлдың бетінің

изоляциясы, өндірістік ортаны агрессивтік төмендеуі, (электрохимиялық қорғау) сыртқы тоқ түсіру арқылы коррозияны төмендету жолдары болып табылады [1].

Коррозиямен күресу бағыттарының бірі - металдарды қорғаныштық беттік қаптамалармен қаптау. Олар металдық (мырыш, қалайы, қорғасын, никель, хром және басқа металдармен қаптау) және бейметалдық (лакпен, сырмен, эмальмен және басқа да заттармен қаптау) деп бөлінеді. Бұл қаптамалар металды қоршаған ортадан оқшауландырады.

Зерттеу әдісі

Металдардың коррозияға тұрақтылығын зерттеудің бір әдісі АКМ болып табылады. Қазіргі күнде үлгі бетін АКМ-пен атомаралық деңгейге дейін зерттей отырып беттің бейнесін ғана алып қоймай бірнеше физикалық өлшемдерінің шамасы туралы ақпарат алуға болады. Бірақ АКМ-нің негізгі бөлігі кантилевер (ағылшын тілінен аударғанда “cantilever” - консоль, балка) болып табылатындықтан алынатын нәтиже соған байланысты. Кантилевердің ұшында өткір шип (орналасқан дөңгелектену радиусы 1-ден 10нм-ге дейін) Кантилевер үлгі бетінде орын ауыстыра отырып, беттің рельефін зерттегенде майысады. Бірақ үлгіні контактілік режимде сканерленгенде үлгі беті зақымдалады яғни әдістің дәлдігі төмендейді. Жартылай контактілік және

контактілік емес режимдерді жасап шығарудың арқасында зондтың үлгі бетіне түсіретін қысымын айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік алынды.

Кантилевердің ауытқуын тіркеу үшін көлемдік датчиктер, интерферометрлер, пьезоэлектрлік датчиктер мен жарық сәулесінің ауытқуына негізделген жүйелер қолданылады.

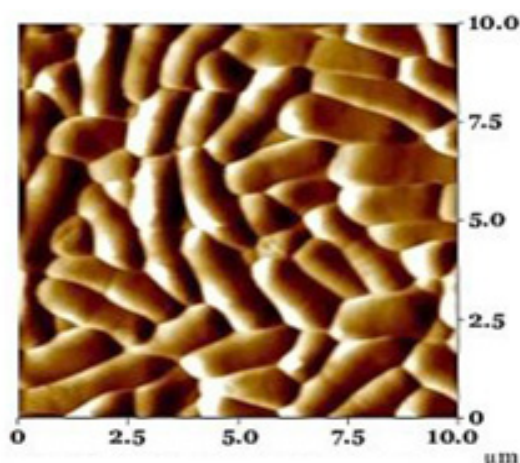
«Пьезоқозғалтқыштар» мен атомдық-өткір зондтарды қолданып жоғары вакуумда АҚМ атомдық деңгейдегі ажырату мүмкіндігіне жетуге болады.

Контактілік АҚМ әдісі арқылы тек беттің құрылымын ғана емес тежеуіш күштері мен адгезиялық күштерді тіркеуге болады. Қазіргі уақытта көп салалы әдістер қолданылады яғни олардың көмегімен типографияны ғана емес зонд пен бет арасындағы электростатикалық,

магниттік әсерлесуін тіркейді. Бұл әдістің көмегімен беттің магниттік және электрондық құрылымын, беттік потенциал және электрлік көлемнің таралуын алуға болады. Ол үшін арнайы магниттік немесе өткізгіштік қабатпен қапталған зондтар қолданылады [2].

Зерттеу нәтижелері

Сонымен қатар АҚМ көмегімен беттің модификациясын жасауға болады. Қатты зондтарды қолдана отырып, беттің гравировкасын жасауға және онда қысып баса отырып сурет салуға болады. Сұйықтық АҚМ әдісі арқылы зонд пен бет арасына потенциал беріліп локальдық электрохимиялық реакция жүргізуге, сонымен қатар биологиялық объектілерге зерттеу жүргізуге қолдана аламыз (1-сурет).



1-сурет – Бактерия өсімдігінің АҚМ көрінісі

Көптеген техникалық қиындықтарды шешу керек болды: механикалық вибрацияларды жою, ине мен бет арасында қандай күштер әсер етеді, инені жоғары дәлдікпен қалай жылжыту керек (пьезоэлектрик), үлгі мен инені қалай әсерлестіруге болады (арнайы ұстағыш), жылулық флуктуациялардан қалай арылуға болады (жоғары серпімділік константалары бар жіп-тектес кристалдарды қолдану, төменгі температуралар), ине формасы және оларды алу негізгі иненің бетінде миниине бар, алдыменен солар қолданылады кейіннен туннельдеу процесінің өзінде жоғары вакуумда аздаған вольт кернеулікте иондардың миграциясы пайда болады (булану).

Электрондық, оптикалық, ядролық микроскопияның принципіальдық қасиеттері үлгімен әсерлескен әрбір бөлшек атом немесе субатомдық объект зонд болып табылады. Бірақ бұл әдістің өзінің кемшіліктері мен артықшылықтары бар. Анықталмағандықтың кванттық принципіне сай бір уақытта объектінің импульсі мен координатасын зерттеу үшін объектінің импульсін яғни энергиясын арттыру қажет. Тіркелетін бөлшектердің импульсін арттыру объектінің бұзылуға тұрақтылығын төмендетеді. Бірақ оң жағын алатын болсақ бір уақытта беттің үлкен ауданынан ақпарат алуға болады, бұл әдісті *in-situ* зерттеуге пайдалануға болады. Сонымен

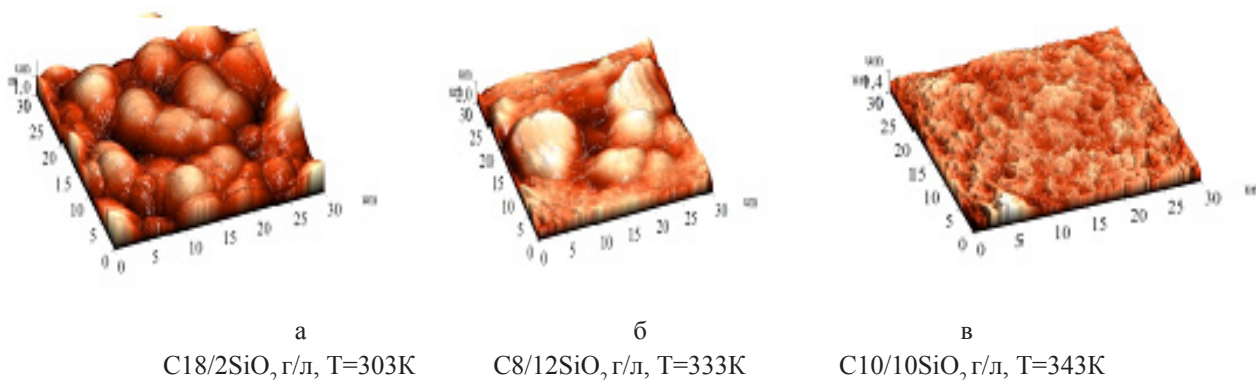
қатар бұл әдістің негізгі кемшілігі ретінде сапалы бейнені алу үшін салыстырмалы вакуум шартын айтуға болады.

АКМ үлгілерді атмосферада зерттеуге мүмкіндік береді, бірақ оның негізгі кемшілігі зонд тіркеп жатқан жерден ғана информация алуға болады, бүкіл беттің жағдайы туралы ақпаратты бермейді. Бұл *in-situ* әдісін қолдануға мүмкіндік бермейді. АКМ беттік заряд, беттік көлем, өткізгіштік, магниттік қасиеттері туралы ақпараттарды алуға мүмкіндік береді. Осы параметрлерді сұйық қабықшасынан да алуға болады [3].

Біз қаптамалардың бет құрылымдық өзгерістеріне электролит-суспенция құрамына енгізілген нанодисперсті фазалардың арақатынасы C/SiO₂: 8/12, 10/10 және 18/2 г/л болған концентрациялары таңдап алынды. Тәжірибе жұмыстары электролит – суспенцияның электротұндыру температурасы 303, 313, 323, 333 және 343К болғанда ток тығыздықтары 4кА/м², 5кА/м² шарттарында нано-КЭЖ алынды және алынған қаптамаларға зерттеулер жүргізілді.

Қорытынды

Температурасы ток тығыздықтары 4кА/м², 5кА/м², электротұндыру температурасы 303, 313, 323, 333 және 343К болғанда наноқұрылымдық композициялық қаптама (нано-КЭЖ) хром-кремнийдиоксиді- шам күйесі зерттеулердің нәтижесі бойынша коррозиялық тұрақтылыққа сыналғанға дейінгі кремний диоксидінің көміртекпен қатынасы 18/2 г/л 303К-дық температурада нанобөлшектердің кластерге (2а-сурет) жиналуы байқалады. Егер температура 313К жоғарылағанда қаптама бетінде глобулярлы форма (2б-сурет) иеленеді. Температураның жоғарылауымен коррозиялық тұрақтылыққа сыналғаннан кейінгі үлгілерде C/SiO₂: 8/12, 4кА/м² ток тығыздығындағы үлгілерде температура 303-343К-ге жоғарылағанда беттің глобулярлық құрылымы толығымен жойылады (2в-сурет), бетте іріленіп біріккен құрылым түзіледі, C/SiO₂: 10/10 үлгісінде коррозияның белгілері айқын көрінеді.



2-сурет – АКМ әдісімен алынған үлгі беттерінің 3D бейнелері (ұлғайтылымы 30x30)

Жүргізілген зерттеулердің нәтижелерін қорытындылайтын болсақ, жоғарғы температураларда және Cr-SiO₂-C наноқұрылымдық композиттегі кремний диоксиді мен шам күйесінің концентрациялары өзара жақын болған сайын жасалған қаптаманың коррозияға тұрақтылығы арта түседі.

Оны АКМ әдісі көмегімен түсірілген бейнелердегі беттің рельефтік сипатына қарап байқауға болады. Негізінде хром металы коррозиядан жақсы қорғағанымен ол жоғары кеуекті, бірақ оған кремний диоксиді мен лампалық тот-

ты қоса отырып композиттік қаптама жасайтын материал алынды және соның есебінен хромның кеуектілігі төмендетілді.

Әдебиеттер

- 1 Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов. – М.: Металлургия, 1976.
- 2 Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. – М.: Мир, 2004.
- 3 Хейденрайх Р. Основы просвечивающей электронной микроскопии. – М.: Мир, 1966. – С. 472.

Г.Ш. Яр-Мухамедова, Р.А. Айтбаев

Исследование атомной силовой микроскопии наноструктурированных композиционных покрытий Cr-SiO₂-C после коррозии

Методами атомной силовой микроскопии исследованы изменения микроструктуры нано-КЭП в 3% растворе NaCl до и после коррозионных испытаний. Установлено, что для всех исследованных концентраций наилучшими антикоррозионными свойствами обладают нано-КЭП, полученные при температурах 333-343 К. Это объясняется тем, что в режиме высоких температур осаждаются блестящие покрытия, обладающие мелкокристаллической структурой.

Ключевые слова: наноразмерные материалы, композитные электролитические пленки, электролит, атомно-силовой микроскоп.

G.S. Yar-Mukhamedova, R.A. Aitbaev

Study of atomic force microscope nanostructured composite coatings Cr- SiO₂-C after corrosion

By atomic force microscope to study the changes in the microstructure of nanostructured composite coatings in 3% NaCl solution before and after corrosion tests. Found that for all the concentrations of the best anti-corrosion properties are nanostructured composite coatings obtained at temperatures of 333-343 K. This is explained by the fact that in the regime of high temperatures settle shiny coatings with fine-grained structure.

Keywords: nano-materials, composite electrolyte film, electrolyte, atomic force microscope.