

(<sup>1</sup> әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ.,

<sup>2</sup>«Жер туралы ғылымдар, металлургия және кен байыту орталығы» АҚ)

## НАНОКОМПОЗИЦИЯЛЫҚ ЭЛЕКТРОЛИТТІК ҚАПТАМАЛАРДЫҢ Cr-SiO<sub>2</sub>-C КОРРОЗИЯҒА БЕРІКТІЛІГІН ГРАВИМЕТРЛІК ӘДІСІМЕН ЗЕРТТЕУ

### Аннотация

Мақалада 303–343 К тұндыру температураларында алынған Cr-SiO<sub>2</sub>-C нанокұрылымдалған композиция-лық электролиттік қаптамалардың (нано-КЭҚ) коррозиялық тұрақтылығын гравиметрлік зерттеу және оның нәтижелері ұсынылады. Сынақ “КИНГ” ҰТО АҚ-да конструкция стендінде 35 сағат ішінде 293 К температурада және 3% NaCl ерітіндісінің араласуында жүргізілді. Нано-КЭҚ тұндыру үшін мынадай құрам-дағы электролит-суспензия қолданылды (г/л): хром ангидриді – 200–300, күкірт қышқылы 2–3, SiO<sub>2</sub> – 12, C – 8. Үдеріс электролит температурасы 303–343 К диапазонда және тоқ тығыздығы 6кА/м<sup>2</sup> болғанда жүргізілді. Зерттеу нәтижелерін талдау электротұндыру температурасының өзгерісі нанокөмпозициялық электролиттік қаптамалардың Cr-SiO<sub>2</sub>-C коррозиялық тұрақтылығына бірқалыпты емес әсер ететіндігін көрсетті. Металдардың коррозиялық тұрақтылығының онбаллдық шкаласы бойынша, қаптамалардың коррозиялық тұрақтылық класын анықтадық. Бізде беріктілігі ең жақсы болған 333 К температурада алынған нано-КЭҚ коррозияға өте тұрақты, яғни 2 баллдық көрсеткішке ие болды. Ал беріктілігі төмен болған 323 К температурада алынған нано-КЭҚ тұрақты, яғни 4 баллдық көрсеткішті көрсетті.

**Кілт сөздер:** нанокөмпозициялық электролиттік қаптамалар (нано-КЭҚ), гравиметрлік әдіс, коррозиялық беріктілік.

**Ключевые слова:** нанокөмпозиционные электролитические покрытия (нано-КЭП), гравиметрический метод, коррозионная стойкость.

**Keywords:** nanocomposition electrolytic coatings (nano-CEC), gravimetric method, corrosion resistance.

**Кіріспе.** Жалпы металдар күнделікті өмірде, техникада, ауыл шаруашылығында, өндірісте де ең жоғары қолданысқа ие конструкциялық материалдар болып табылады. Бірақ металдар табиғатта сыртқы ортамен байланысқанда қарқынды дәрежеде химиялық немесе технологиялық ортада коррозияға ұшырайды [1].

Қазіргі уақытта коррозия және металдың тозуы жалпы ғылымдағы үлкен маңызы бар мәселе болып отыр. Бұл үдерістер машина өңдеу, агрессивті орталарда, әртүрлі тұздарды өңдеу, көмір мен руда және т.б өнді-рістерінде көп кездеседі. Сонымен қатар осы металдардың тотығуы және тозуымен күресу маңызды рөлге ие. Металдарды коррозиядан

қорғау мақсатында оларды әртүрлі қаптамалармен қаптайды. Композиттік элект-ролиттік қаптамалар осы мәселені шешуде басты рөлді атқарады [2, 3].

Қаптаманы сапалы коррозиялық қорғаныспен қамтамасыз ету үшін, оның беті тегіс, негізгі металмен жақсы адгезияға ие болуы тиіс, агрессивті ортаға қол жетпейтін болуы керек, металл бетінде біркелкі таралуы, ыстыққа төзімділікке және қаттылыққа ие болуы керек. Көптеген салаларда электротұндырылатын металдар ішінде жоғары қаттылыққа ие және көптеген агрессивті орталарда коррозияға төзімді, химиялық әсерлерге қарсы тұру қабілеті жоғары электролиттік хром кең қолданылады [4].

Нанотехнологияның дамуымен қатар наноматериалдардың айрықша қасиеттерінің байқалуына байла-нысты КЭҚ салаларында жаңа нанокөпозициялық электролиттік қаптамалар тарауы пайда болды. Нано-КЭҚ жүргізілген салыстырмалы сынақ жұмыстары олардың коррозияға, желінуге және жылуға жыдамды-лығының 30-60 есеге дейін артатынын көрсетті [5].

**Зерттеу әдістері мен объектілері.** Металдардың коррозияға беріктілігін зерттеудің бірнеше әдістері бар, солардың бірі және біздің ғылыми жұмысымызға негіз болған әдіс – бұл гравиметрлік әдіс. Бұл әдіс – инги-бирленген немесе керісінше ингибирленбеген сынау орталарында болған уақытта коррозия жылдамдығының өзгеруіне байланысты металл үлгілер массаларының өзгеруімен сипатталады. Гравиметрлік талдау зат массасын анықтауға негізделген, сондықтан бұл әдісті кейде салмақ әдісі деп те атайды. Талдау барысында анықталатын зат немесе қандай да бір ұшатын қосылыс түрінде айдалады (айдау әдісі), немесе ерітіндіден азеритін қосылыс түрінде тұндырылады (тұндыру әдісі).

Металл мен қорытпалардың коррозия үдерістерін сандық зерттеу тәсілі олардың агрессивті ортаның әсерінен өзгеріске ұшыраған механикалық, электрохимиялық қасиеттерінің сипаттамасын қамтиды. Металдар мен қорытпалардың коррозия жылдамдығының сандық көрсеткіштерін есептеп анықтауға болады.



1-сурет – Стендтік құрылғы

Ал олардың сандық көрсеткіштерімен есептеп анықтау үшін дайындалған үлгілердің салмақтарын алдын-ала аналитикалық немесе техникалық әдіспен өлшеп алу қажет. Содан соң үлгілер спиртке буланған таза мақтамен сүртіліп, 30 минутқа жуық уақыт арнайы реактивке батырылып ұсталады. Осы реактивке суға үш дүркін жуылып, кептіргіш шкафқа құрғатылады. Сонымен, металдар мен қорытпалардың арнайы реактивтермен өзара әрекеттесуінің сал-дарынан олардың үстем немесе жалпы кеміген салмақтарын өлшеп, коррозия үдерісі жылдамдығының сандық көрсеткіштерімен анықтауға болады [6, 7].

Гравиметрлік әдіс – әмбебап әдістердің бір түрі. Ол кез келген элементті анықтауда қолданыла береді. Бұл әдістің көп бөлігінде, яғни талданатын қоспадан жеке қосылыс түрінде өлшенетін ком-понент бөлініп

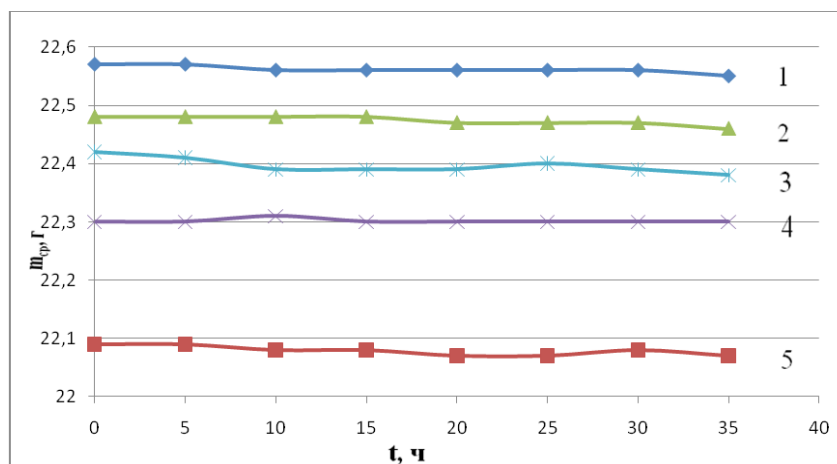
шыққанда тура анықтау пайдаланылады [8-10].

Зерттеуді бастау үшін ең алдымен бізге агрессивті орта қажет. Агрессивті орта ретінде натрий хлордың 3%-тік ерітіндісі алынды. Ерітіндіні алдын ала дайындап, берілген үлгілердің массасын алдымен аналитикалық таразыда өлшеп, одан соң оларды тазалап, майсыздандырып ерітіндіге бірдей уақытта саламыз.

Нано-КЭҚ-тің коррозиялық төзімділігін зерттеу арнайы құрастырылған стендтік құрылғыда жүргізіледі. Ол стендтің әр иығына 2 және 3 үлгіден қойып, бір уақытта 5 үлгіні сынауға мүмкіндік берді.

Нанокөпбөлшектерілік электролиттік қаптамалардың коррозияға беріктілігін салмақтық әдіспен анықтауға арналған тәжірибелік қондырғының сызбанұсқасы 1-суретте келтірілген.

**Қорытынды.** Гравиметрлік сынау жұмысының нәтижесі 2-суретте көрсетілген. Нанодисперциялық фазалардың С 8 г/л + SiO<sub>2</sub> 12 г/л концентрацияларының арақатынасымен 303 К, 313 К, 323 К, 333 К және 343 К температураларда және ток тығыздығы 6 кА/м<sup>2</sup> болғанда алынған масса орташаларының кинетикалық қисығының сынау уақытына тәуелділігін зерттеу жұмыстары, қаптаманың коррозияға беріктілігінің ең жақсысы 333 К температурада алынған (коррозияның тереңдік көрсеткіші 0,00499 мм/жыл), ал ең төмен болған 323 К алынған (0,031824 мм/жыл) қаптама екенін дәлелдейді.



1 – 303 К; 2 – 313 К; 3 – 343 К; 4 – 333 К; 5 – 323 К

2-сурет – Масса орташасының сынау уақытына тәуелділік графигі

Зерттеу жұмысының нәтижесінде, біз қаптамалардың коррозияға беріктілік деңгейлерін білдік. Метал-дардың коррозиялық тұрақтылығының онбаллдық шкаласы бойынша, бізде беріктілігі ең жақсы болған 333 К температурада алынған нано-КЭЖ коррозияға өте тұрақты, яғни 2 баллдық көрсеткішке ие болды. Ал беріктілігі неғұрлым төмен болған 323 К температурада алынған нан-КЭЖ тұрақты, яғни 4 балл көрсеткіш көрсетті.

## ӘДЕБИЕТ

- 1 Улиг Г.Г., Ревн Р.У. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику. – Л.: Химия, 1999. – 456 с.
- 2 Xingen Y., Chuman C., Zhiming Y., Derui Zh., Zhongda Y. // Corrosion Science. – 2001. – Vol. 43. – 1283 p.
- 3 Чукубаева А.Ж., Айдарбекова Р.Ы., Яр-Мухамедова Г.Ш. Обзор современного состояния получения композиционных электролитических покрытий (КЭП) // Сб. науч. трудов КазНТУ. – Алматы, 2004. – Т. 2. – 412-414 с.
- 4 Кузенков Ю.А., Олейник С.В. // Коррозия: материалы, защита. – 2009. – № 4. – 36 с.
- 5 Олейник С.В., Малыгина Е.М., Зими́на Ю.М. // Коррозия: материалы, защита. – 2007. – № 2. – 29 с.
- 6 Мардаревич Р.С., Далисов В.Б., Гуслиенко Ю.А. Влияние структуры композиционных электрохимических покрытий на прочность углеродистой стали // Защитные покрытия на металлах. – 2006. – Вып. 20. – 80-83 с.
- 7 ГОСТ 9.506-87. Единая система защиты от коррозии и старения. – 1988. – 6 с.
- 8 Hiromoto S., Sisido T., Yamamoto A., Maruyama N., Somekawa H., Mukai T. // Corrosion Science. – 2008. – Vol. 50. – P. 2096-2913.
- 9 [Семенова И.В.](#), [Флорианович Г.М.](#), [Хорошилов А.В.](#) – Изд-во: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 413 с.
- 10 [Тарчигина Н.Ф.](#), [Русин В.Н.](#), [Галкина Ю.М.](#) Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии. – М.: МГОУ, 2012. – 154 с.

## REFERENCES

- 1 Ulig G. G., Revi R.U. **1999**. 456 (in Russ).
- 2 Xingen Y, Chuman C, Zhiming Y, Derui Zh, Zhongda Y. // Corrosion Science. **2001**. Vol. 43. 1283.
- 3 Chukubaeva A.Zh., Aydarbekova R.Y., Yar-Muhamedova G. Sh. // Sb. nauch. trudov KazNTU. – **2004**. T. 2. 412-414 (in Russ).
- 4 Kuzenkov Yu.A., Oleynik S.V. // Korrosiya: materialy i zashita. **2009**. №4. 36 (in Russ).
- 5 Oleynik S.V., Malygina E.M., Zimina Yu.M. // Korrosiya: materialy i zashita. **2007**. № 2. 29 (in Russ).

- 6 Mardarevich R.S., Dalisov V.B., Guslienko Yu.A. // *Zashitnye pokritiya na metallakh*. **2006**. V.20. 80-83 (in Russ).
- 7 GOST 9.506-87. **1988**. 6 (in Russ).
- 8 Hiromoto S., Sisido T., Yamamoto A., Maruyama N., Somekawa H., Mukai T. // *Corrosion Science*. **2008**. V.50. 2096-2913.
- 9 Semenova I.V., Florianovich G.M., Horowilov A.V. // *Korrosiya: materialy, zashita*. **2010**. 413 (in Russ).
- 10 Tarchigina N.F., Rusin V.N., Galkina Yu.M. **2012**. 154 (in Russ).

## Резюме

*А. Халықбергенқызы<sup>1</sup>, Г. Ш. Яр-Мухамедова<sup>2</sup>*

(<sup>1</sup> Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы,  
<sup>2</sup>АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения», г. Алматы)

### ГРАВИМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ Cr-SiO<sub>2</sub>-C

Приведены результаты гравиметрических исследований коррозионной стойкости наноструктурированных композиционных электролитических покрытий (нано-КЭП) Cr-SiO<sub>2</sub>-C, полученных при температурах осаждения 303–343 К. Испытание проводили на стенде конструкции НТЦ АО «КИНГ» в течение 35 часов при температуре 293 К и перемешивании 3% раствора NaCl. Для осаждения нано-КЭП применяли электролитическую суспензию следующего состава (г/л): хромовый ангидрид 200-300, серная кислота 2–3, SiO<sub>2</sub> – 12, C – 8. Процесс осуществляли в диапазоне температур электролита 303–343 К и плотности тока 6 кА/м<sup>2</sup>. Анализ результатов исследования показал, что изменение температуры электроосаждения неоднозначно влияет на коррозионную стойкость наноконпозиционных электролитических покрытий Cr-SiO<sub>2</sub>-C. Мы определили класс коррозионной стойкости покрытий по десятибалльной шкале. В нашем случае самое стойкое нано-КЭП, полученное при температуре 333 К, что соответствует 2 баллам. Самой низкой стойкостью обладает нано-КЭП, полученное при температуре 323 К (4 балла).

**Ключевые слова:** наноконпозиционные электролитические покрытия (нано-КЭП), гравиметрический метод, коррозионная стойкость.

## Summary

*A. Khalykbergenkyzy<sup>1</sup>, G. Sh. Yar-Mukhamedova<sup>2</sup>*

*(<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh national university, Almaty,*

*<sup>2</sup>«Center of Earth Science, metallurgy and beneficiation» JSC, Almaty)*

### GRAVIMETRICAL INVESTIGATION OF CORROSION RESISTANCE OF NANO-COMPOSITION ELECTROLYTIC COATINGS Cr-SiO<sub>2</sub>-C

In the article the results of nanostructured composition electrolytic coatings (nano-CEC) Cr-SiO<sub>2</sub>-C, obtained under the temperature 303–343 K, corrosion resistance gravimetical investigation. Testing was realized at the stand of scientific and technological center "KING" JSC within 35 hours at temperature 293 K and mixing in 3% NaCl solution. For electrolytic deposition of nano-CEC was using electrolyte containing (g/l): chromic anhydride 200–300, sulfuric acid 2–3, SiO<sub>2</sub> – 12, C – 8. Process was carried out in the range of temperatures 303–343 K and current density 6 kA/m<sup>2</sup>. The analysis of investigation results showed that electrodeposition temperature changing ambiguously influences on nanocomposite electrolytic coatings Cr-SiO<sub>2</sub>-C corrosion resistance. We determined a class of coatings corrosion resistance by a ten point scale. In our case the most resistant nano-CEC, received at temperature 333 K that corresponds to 2 point. The lowest corrosion resistance possesses nano-CEC, obtained at temperature 323 K (4 points).

**Keywords:** nanocomposition electrolytic coatings (nano-CEC), gravimetical method, corrosion resistance.

*Поступила 27.03.2013г*