

НАНОКОМПОЗИЦИЯЛЫҚ ЭЛЕКТРОЛИТТІК ҚАПТАМАЛАРДЫҢ Cr-Al(OH)₃ КОРРОЗИЯҒА БЕРІКТІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

Аннотация

Мақалада заманауи талаптарға сай келетін – әртүрлі температура мен концентрацияда алынған хромға негізделген нанокөмпозициялық электролиттік қаптамалардың коррозияға төзімділігін зерттеу мен оны алудың ең тиімді режимін анықтау шарттары қарастырылады. Сынақ «КИНГ» ҰТО «КазТрансОйл» АҚ-ның конструкция стендінде 45 сағат ішінде 293 К температурада және 0,5М Н₃ВО₃ + 3% КСІ ерітіндісінің арала-суында жүргізілді. Нано-КЭҚ тұндыру үшін мынадай құрамдағы электролит-суспензия қолданылды (г/л): хром ангидриді 200-300, күкірт қышқылы 2–3, Al(OH)₃ – 5 және 40. Электролит температурасы 298–343 К диапазонда және тоқ тығыздығы 3,5 кА/м² болғанда жүргізілді. Зерттеу нәтижелерін талдау электротұндыру температурасының өзгерісі нанокөмпозициялық электролитикалық қаптамалардың Cr- Al(OH)₃ коррозиялық тұрақтылығына бірқалыпты емес әсер ететіндігін көрсетті. Металдардың коррозиялық тұрақтылығын грави-метрлік, оптикалық металлография және атомдық-күштік микроскоп әдістері бойынша зерттеу нәтижелері коррозияға беріктілігі ең жоғары Cr- Al(OH)₃ қаптамасы 343 К температурада 5 г/л концентрацияда алынған нано-КЭҚ пен 298 К температурада 40 г/л концентрацияда алынған нано-КЭҚ екенін көрсетті.

Кілт сөздер: нанокөмпозициялық электролиттік қаптамалар (нано-КЭҚ), гравиметрлік әдіс, корро-зиялық тұрақтылық, атомдық күштік микроскоп, оптикалық металлография.

Ключевые слова: нанокөмпозиционные электролитические покрытия (нано-КЭП), гравиметрический метод, коррозионная стойкость, атомно-силовая микроскопия, оптическая металлография.

Keywords: nanocomposition electrolytic coatings (nano-CEC), gravimetric method, corrosion resistance, atomic force microscopy, optical metallographic.

Кіріспе. Қазіргі таңда машина бөлшектері мен құрылғылардың, құбырлар мен металлдық қондырғылардың коррозия есебінен пайдаға жарамсыз болу салдарынан ірі кәсіпорындар, компаниялар мен кен орындары үлкен экономикалық шығынға ұшырап жатса, табиғат экологиялық жағынан едәуір зардап шегуде. Бұның алдын алу жолдары бойынша көптеген еңбектер жасалуда және бұл мәселе көптеген зерттеу жұмыс-тарының өзекті мәселесі болып табылады [1-6].

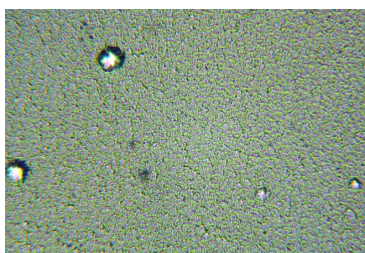
Коррозиялық сынақтар металдар мен құймалардың коррозия жылдамдығы мен түрін анықтау үшін жүргізіледі. Сонымен коррозия өнімдерінің құрамы мен қасиеттерін зерттеу, қорғаушы қаптамалардың, ингибиторлардың және басқа да коррозияның алдын алатын құралдардың тиімділігін анықтау үшін де қажет [7-11]. Композициялық электролиттік қаптамаларды (КЭҚ) алудың матрицалық материалы ретінде хром алынды, ал екінші фазасы ретінде $Al(OH)_3$ таңдалды. $Cr-Al(OH)_3$ секілді күрделі композицияны алу және зерттеу ғылыми және тәжірибелік қызығушылық туғызады. Себебі $Al(OH)_3$ нано бөлшектер түрінде тұнады, сондықтан қаптаманың электротұндырылуы жаңа, күрделі композиция болып табылады: бұл жерде нано-КЭҚ хром-нано бөлшек композициясы түрінде бейнеленген.

Зерттеу әдістері мен объектілері. Коррозиялық сынақтар бірнеше әдіспен жүргізілді: нано-КЭҚ-тің коррозияға төзімділігін гравиметрлік әдіспен зерттеу; нано-КЭҚ-тің коррозияға төзімділігін оптикалық металлография әдісімен зерттеу; нано-КЭҚ-тің коррозияға төзімділігін атомдық-күштік микроскоппен (АКМ) бақылау.

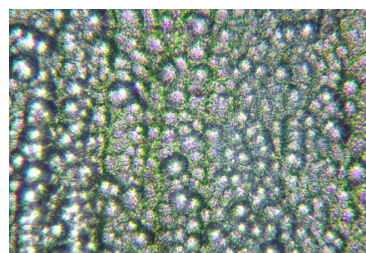
Гравиметрлік талдау зат массасын анықтауға негізделген, сондықтан бұл әдісті кейде салмақтық әдіс деп те атайды. Салмақтық әдістің негізі болып үлгінің сынаққа дейінгі және сынақтан кейінгі массасының айырымы арқылы оның коррозиялық жағдайын бағалау болып табылады. Сынақ арнайы құрастырылған стендік құрылғыда бөлме температурасында жүргізілді, агрессивті орта ретінде $0,5M H_3BO_3 + 3\% KCl$ ерітіндісі алынды.

Гравиметрлік талдау кезінде жүргізілген есептеулерге сүйенсек, ең жоғарғы коррозиядан қорғағыш қасиет көрсеткен қаптама – 5 г/л концентрация мен 343К температурада алынған $Cr-Al(OH)_3$ КЭҚ пен 40 г/л концентрация мен 298К температурада алынған $Cr-Al(OH)_3$ КЭҚ болып табылады.

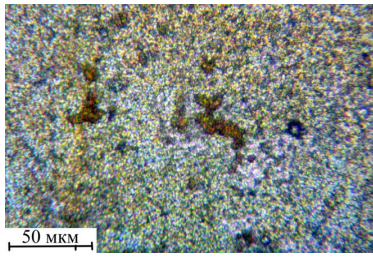
Оптикалық металлография. Кез келген материалдың қасиеті тек құрамына ғана емес, сонымен қатар құрылымына да тәуелді болады. Оптикалық металлография қаптаманың жалпы суретін береді және құры-лымының өзгерісіне қарап, оның қасиетінің өзгерісін талқылауға мүмкіндік береді. Тәжірибе нәтижесінде алынған оптикалық металлография суреттерінен 343 К температурада 5 г/л концентрацияда тұндырылған қаптамалардың коррозиядан қорғау қабілеті жоғары екенін байқау қиын емес. Ал салыстырмалы төмен температураларда 298К алынған қаптамалардың дәндері үлкен болып тұнатыны белгілі, осының салдарынан оның механикалық қасиеттері, соның ішінде коррозияға қарсы сипаттамалары төмен, ал сызаттануға бейімділігі жоғары. Бұл мәліметтерге үлгілердің коррозияға дейінгі және коррозиядан кейінгі түсірілген оптикалық металлография нәтижелеріне көз жүгіртіп, кәміл көз жеткізуге болады (1-сурет).



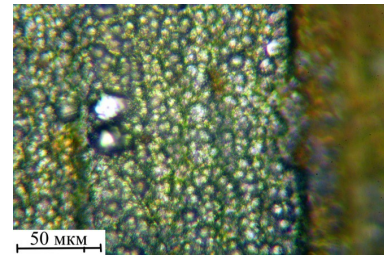
а



ә



б

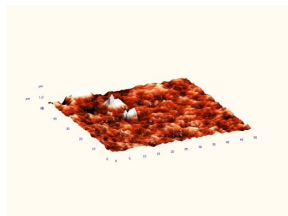


в

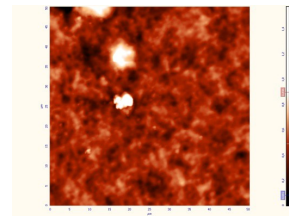
а – $C = 5$ г/л, $T = 343$ К; ә – $C = 40$ г/л, $T = 298$ К; б – $C = 5$ г/л, $T = 343$ К; в – $C = 40$ г/л, $T = 298$ К

1-сурет – Хромға негізделген нано-КЭҚ коррозияға сынаққа дейінгі (а, ә) және сынақтан кейінгі (б, в) оптикалық металлографиясы

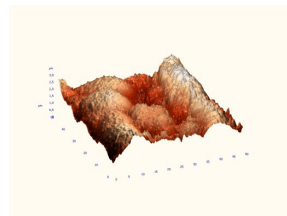
Нано-КЭҚ-тердің атомдық күштік микроскопиясы. Атомдық күштік микроскопия нәтижелері коррозияға төзімді қаптама 5, 40 г/л $Al(OH)_3$ концентрация мен 343, 298 К температурада алынған екенін көрсетеді, оны түсірілген суреттерден (2-сурет) байқауға болады (ақ дақтар коррозия өнімдері болып табылады).



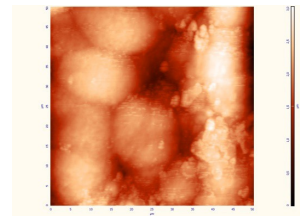
а



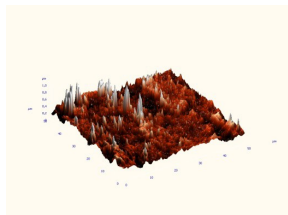
ә



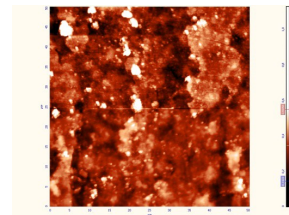
б



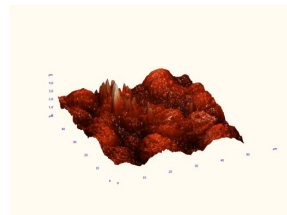
в



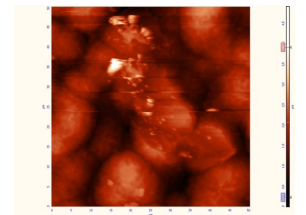
г



ғ



д



е

а – 3D- $C = 5$ г/л, $T = 343$ К; ә – $C = 5$ г/л, $T = 343$ К; б – 3D- $C = 40$ г/л, $T = 298$ К; в – $C = 40$ г/л, $T = 298$ К;

г – 3D- $C = 5$ г/л, $T = 343$ К; ғ – $C = 5$ г/л, $T = 343$ К; д – 3D- $C = 40$ г/л, $T = 298$ К; е – $C = 40$ г/л, $T = 298$ К

2-сурет – Коррозияға дейінгі (а, ә, б, в) және коррозиядан кейінгі (г, ғ, д, е) нано-КЭҚ-тің атомдық күштік микроскопиясы

Қорытынды. Зерттеу нәтижелері әртүрлі температурада және әртүрлі концентрацияда алынған Cr-Al(OH)₃ КЭҚ-тің коррозиялық тұрақтылығы әртүрлі екенін көрсетті. Біз 0,5 М Н₃ВО₃ + 3% КСl ерітін-дісінде (Cr-Al(OH)₃) тұндыру температурасы мен концентрациясының мәндері әртүрлі үлгілерді қарас-тырдық.

Алынған нәтижелер келесідей:

1. Коррозияға төзімділікті массалық әдіспен жүргізілген зерттеу нәтижелері, концентрациясы 5 г/л, температурасы 343К болғанда алынған Cr-Al(OH)₃ үлгілері ең жоғарғы коррозиялық төзімділікке ие екенін көрсетті ($K = 0,006815 \text{ г/м}^2\text{сағ}$). Ең төменгі коррозиялық төзімділікті 5 г/л концентрациядағы және 303К, 313К температурадағы Cr-Al(OH)₃ үлгілері көрсетті (сәйкесінше $K = 0,0456 \text{ г/м}^2\text{сағ}$, $K = 0,04735 \text{ г/м}^2\text{сағ}$). Бұл тұжырымдамалар оптикалық металлография мен атомдық күштік микроскопия әдістерімен расталды.

2. Нано-КЭҚ бетінің коррозияға дейінгі және коррозиядан кейінгі металлографиясы коррозия әсерінен ең қатты бүлінген үлгілер – 5 г/л концентрация мен 303К температурада және 40 г/л концентрация мен 298, 323, 333 К температурада алынғандар, ал коррозияға ең төзімдісі 5 г/л концентрация мен 343 К температурада алынған қаптама екенін көрсетті.

3. Атомдық күштік микроскопия нәтижелері коррозияға төзімді қаптама 5 г/л концентрация мен 343 К температурада алынған екенін көрсетеді, оны түсірілген 2-суреттерден байқауға болады (ақ дақтар коррозия өнімдері болып табылады).

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., Зимина Ю. М. // Коррозия: материалы, защита. – 2007. – № 2. – 29 с.

6 Мардаревич Р. С., Далисов В. Б., Гуслиенко Ю. А. Влияние структуры композиционных электрохимических по-крытий на прочность углеродистой стали // Защитные покрытия на металлах. – 2006. – Вып. 20. – 80-83 с.

7 Яр-Мухамедова Г.Ш., Татарченко Г.О. Коррозионная стойкость нержавеющей сталей в присутствии озона // Ком-плексное использование минерального сырья. – Алматы: ЦНЗМО, 2012. – № 3. – С. 82-87.

8 Yar-Mukhamedova G.Sh., Darisheva A.M., Moldabaev M., Zabortcev S.P. Investigation of nano-dispersion phase components ratio influence on corrosion resistance of Cr-SiO₂-C nano-composition electrolytic coatings // Комплексное использование минерального сырья. – Алматы: ЦНЗМО, 2012. – № 3. – С. 87-92.

- 9 Hiromoto S., Sisido T., Yamamoto A., Maruyama N., Somekawa H., Mukai T. // Corrosion Science. – 2008. – Vol. 50. – P. 2096-2913.
- 10 [Семенова И.В.](#), [Флорианович Г.М.](#), [Хорошилов А.В.](#) – Изд-во: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 413 с.
- 11 [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., Guslienکو Yu.A. // Zashitnye pokritiya na metallakh. **2006**. V.20. 80-83 (in Russ).
- 7 Yar-Mukhamedova G.Sh., Tatarchenko G.O. // Kompleksnoye ispol'zovaniye mineral'nogo syr'ya. **2012**. №3. 82-87 (in Russ).
- 8 Yar-Mukhamedova G.Sh., Darisheva A.M., Moldabaev M., Zabortcev S.P. // Kompleksnoye ispol'zovaniye mineral'nogo syr'ya. **2012**. №3. 87-92.
- 9 Hiromoto S., Sisido T., Yamamoto A., Maruyama N., Somekawa H., Mukai T. // Corrosion Science. **2008**. Vol. 50. 2096-2913.
- 10 Semenova I.V., Florianovich G.M., Horowilov A.V. // Korrosiya: materialy, zashita. **2010**. 413 (in Russ).
- 11 Tarchigina N.F., Rusin V.N., Galkina Yu.M. **2012**. 154 (in Russ).

Резюме

У. Ж. Таженбаева¹, Г. Ш. Яр-Мухамедова²

(¹ Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы,

²АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения»)

ИССЛЕДОВАНИЯ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ Cr-Al(OH)₃ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

Приведены результаты исследований коррозионной стойкости наноструктурированных композиционных электролитических покрытий (нано-КЭП) Cr-Al(OH)₃, полученных при температурах осаждения 298–343 К. Испытание проводили на стенде конструкции НТЦ АО «КИНГ» в течение 45 часов при температуре 293 К и перемешивании 0,5М Н₃ВО₃ + 3% KCl раствора. Для осаждения нано-КЭП применяли электролит-суспензию следующего состава (г/л): хромовый ангидрид 200–300, серная кислота 2–3, Al(OH)₃ – 5 и 40. Процесс осуществляли в диапазоне температур электролита 298–343 К и плотности тока 3,5 кА/м². Анализ результатов исследования показал, что изменение температуры электроосаждения неоднозначно влияет на коррозионную стойкость наноконпозиционных электролитических покрытий Cr-Al(OH)₃. Мы определили класс коррозионной стойкости покрытий гравиметрическим методом, методами атомно-силовой микроскопии и оптической металлографии. Результаты исследования показали, что наилучшую стойкость к коррозии показали покрытия, полученные при концентрации 5 г/л и температуре 343 К и при концентрации 40 г/л и температуре 298 К.

Ключевые слова: наноконпозиционные электролитические покрытия (нано-КЭП), гравиметрический метод, коррозионная стойкость, атомно-силовая микроскопия, оптическая металлография.

Summary

U. Zh. Tazhenbayeva¹, G. Sh. Yar-Mukhamedova²

⁽¹⁾ Al-Farabi Kazakh national university, Almaty,

⁽²⁾ «Center of Earth Science, metallurgy and benification» JSC, Almaty)

INVESTIGATION OF CORROSION RESISTANCE OF Cr-Al(OH)₃ NANO-COMPOSITION ELEKTROLYTE COATINGS

In the article the results of nanostructured composition electrolytic coatings (nano-CEC) Cr-Al(OH)₃, obtained under the temperature 293–343 K, corrosion resistance gravimetrical investigation. Testing was realized at the stand of scientific and technological center «KING» JSC

within 45 hours at temperature 293 K and mixing in 0,5M H₃BO₃ + + 3% KCl solution. For electrolytic deposition of nano-CEC was using electrolyte containing (g/l): chromic anhydride 200–300, sulfuric acid 2–3, Al(OH)₃ – 5 and 40. Process was carried out in the range of temperatures 298–343 K and current density 3.5 kA/m². The analysis of investigation results showed that electrodeposition temperature changing ambiguously influences on nanocomposite electrolytic coatings Cr-Al(OH)₃ corrosion resistance. We determined a class of coatings corrosion resistance by gravimetric investigation, atomic force microscopy and optical metallographic. In our case the most resistant nano-CEC, received at temperature 343 K and with concentration 5 g/l and the coatings received at temperature 298 K and with concentration 40 g/l.

Keywords: nanocomposition electrolytic coatings (nano-CEC), gravimetric method, corrosion resistance, atomic force microscopy, optical metallographic.

Поступила 27.03.2013г