

*Л. П. ЖАНАЕВА<sup>1</sup>, Г. Ш. ЯР-МУХАМЕДОВА<sup>2</sup>, М. М. МОЛДАБАЕВ<sup>3</sup>*

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

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

<sup>3</sup>Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Алматы қ.)

## **КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ ҚАПТАМАЛАРДЫҢ МИКРОҚАТТЫЛЫҒЫНА НАНОДИСПЕРСТІК ФАЗАЛАР КОНЦЕНТРАЦИЯЛАРЫНЫҢ ҚАТЫНАСТАРЫНЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ**

### **Аннотация**

Микроқаттылықты өлшеуге арналған ПМТ-3 қондырғысының көмегімен, инденторға 100 г жүк түсіру арқылы анықталды, өлшенген микроқаттылықтың мәндері әртүрлі концентрация арақатынасымен алынған нанокөміркіштік электролиттік қаптамалардың (нано-КЭҚ) микроқаттылығы. Композициялық қоспа ретінде кремний қостотығы және шам күйесінің наноөлшемді ұнтақтарының C/SiO<sub>2</sub> арақатынастары: 2/18, 4/16, 6/14, 10/10, 12/8, 14/6, 16/4, 18/2 электролит алынды. Қаптамалар 50x20x2 мм өлшемдегі ст 3 маркасы болат бетіне тұндырылды. Электротұндыру температурасы – 333 К. Алынған мәліметтерді салыстыру нәтижесінде, микроқаттылықты өлшегеннен кейін азаятынын көреміз және де жасау уақыты артқан сайын алшақ-тықтың артқанын байқаймыз, бұл кристалдық тордың өзгеруімен байланысты деуге болады. Электролиттегі ток тығыздығы 6 кА/м<sup>2</sup> және шам күйесі мен кремний қостотығының концентрациясының әртүрлі арақатынастары, композиттік электролиттік қаптамалардың микроқаттылығына бір қалыпты әсер етпейтіндігін көрсетті. Графигімізден көре аламыз: 2–14 г/л-ге дейінгі шам күйесінің концентрациясында бір қалыпты өседі, ал 14-ге максималды мәнге жетеді, сонынан төмендейді. Графиктің өсуі, мен азаюы ары қарай зерттеуді талап етеді.

**Кілт сөздер:** Микроқаттылық, нанокөміркіштік электролиттік қаптамалар (нано-КЭҚ), микроқұрылым, хром, шам күйесі.

**Ключевые слова:** микротвердость, нанокөміркіштік электролитические покрытия (нано-КЭП), микроструктура, хром, сажевая лампа.

**Keywords:** microhardness, electrical nanocomposite surface, microstructure, chrome, black lamp.

**Кіріспе.** Материалдық ресурстардың тапшылығының өсуіне байланысты металлургияның әлемдік дамуы ХХІ ғасырда металдарды тиімді пайдалануға және тек қана үнемді легирленген қорытпаларды, жекелеп алғанда темір негізіндегі – болат пен шойын қорытпаларын пайдалануға бағытталған.

Конструкциялық материалдарға, машина жасау бұйымдарына талап етілген, пайдалану қасиеттерді беру металлургияда термиялық, химия-термиялық технологияны және бұйым бетін энергияның көздерімен өңдеу-де пайдалануға негізделген. Мұндай әсер етудің нәтижесі болып бұйымның алғашқы бетінде құрылымдық өзгеруі болып табылады және бұл түрлендіру үдерісі немесе беттік қаптау деп аталады. Ғылыми-техникалық әлеуеттің деңгейі, жалпы түрде өркениеттің деңгейі – бұл жаңа материалдың қажеттілігін анықтайды. Қажеттілік әсіресе ХХ ғасырдың соңғы он жылдығы мен ХХІ ғасырдың басында жоғары дәрежеге жете бастады. Қазіргі уақыттағы ең басты мәселе металдың коррозиясы және тозуымен күресу болып табылады. Бұл әсіресе бұйымдар, машина, агрессивті ортада: теңіз суы, көптеген қышқылдар, әртүрлі тұздарды өңдеуде, көмір мен руда және т.б өндірістерінде көп кездеседі. Соңғы жылдарда жүргізілген отандық және шетелдік зерттеу жұмыстары, нанокұрылымды керамикалық және композициялық бұйымдардың дәл пішінін дайындауда, жоғары төзімділіктегі және кесуші құрал-саймандарды өндіру үшін нанокұрылымдық қатты қорытпаларды алу, нанокұрылымды ұрмалы төзімді термо және коррозияға беріктілігі жоғары қаптамаларды жасап шығарудың конструкциялық материалдарды жасау аймағының негізгі бағыттарының келешегі зор екендігін көрсетеді [1-4].

Ғылыми-техникалық прогресс пен даму деңгейлері жаңа материалдар жасаудың қажеттілігін арттырады. Композиттік электролиттік қаптамалар осы мәселені шешуде басты рөл атқарады. Композиттік элек-тролиттік қаптамалар – бұл металдық матрицадан тұратын және айрықша физика-химиялық қасиеттерге ие, дисперстік фазалары бар электролиттік композит болып табылады. Дисперсті бөлшектер 100 нм-ден кіші болса, онда олар наноматериалдардың қатарына кіреді және дисперсті бөлшектер металдық матрицаның қасиеттерін түбегейлі өзгертеді. Сондықтан бұл композиттік электролиттік қаптамалар түсінігін жеке топқа бөліп реттейді, ал ең бастысы нанокompозиттік электролиттік қаптамалар мен негізгі зерттеу жұмыстары олардың құрылымы мен қасиеттерін нақтылай түседі. КМ қасиеттері барлық кезде бұйымдардың немесе концентрациялардың барлық көлемінде талап етілмейді тек белгілі қалыңдықтағы жұқа қабатында ғана пайдалану шарттарына байланысты қапталса жеткілікті. Нанокomпозициялық электролиттік қаптамалар (нано-КЭҚ) әдісі дисперсті бөлшектер мен негізгі металды электролиттік бірге тұндыруға (жабыстыруға) жұқа қорғаушы қабатты композит түрінде алуға мүмкіндік береді [5-7].

Елімізде қорытпалардың микроқаттылығын анықтау тәсілін зерттеу 1940 жылдардан бері белгілі. Металдардың микроқаттылығын арнайы ПМТ-3 қондырғының көмегімен анықтау тәсілін белгілі ғалымдар М. М. Хрущев пен Е. С. Беркович [8] ойлап тапқан. Негізінде ПМТ-3 қондырғы әртүрлі материалдардың микроскоптық аз көлеміндегі микроқаттылығын анықтауға арналған.

Қазіргі өнеркәсіптерде бұл тәсілді әртүрлі технологиялық операциялармен өңдеу үдерістері бөлшектерді жоғарғы қабатының химия-механикалық қандай дәрежеде әсер

ететінін зерттеуде, сондай-ақ қорытпаларды құрылымдық жеке бөліктерінің, сонымен бірге қалыңдығы 0,1 мм-ден кем өте жұқа арнаулы әртүрлі бөлшектердің микроқаттылығын анықтау үшін пайдаланылады [9, 10].



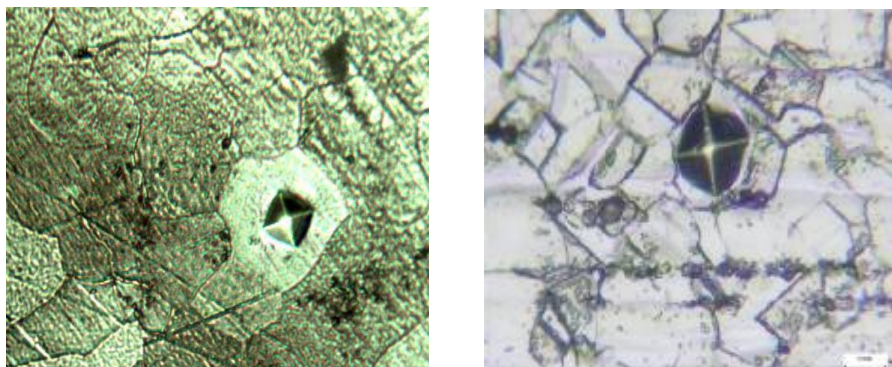
1-сурет – 333 К температурадағы және әртүрлі C/SiO<sub>2</sub> арақатынасындағы үлгілердің суреті

**Зерттеу бөлімі және нәтижелерді талдау.** Микроқаттылық ПМТ-3 қондырғының көмегімен инденторға 100 г жүк түсірілу арқылы алмазды пирамиданы металға батырғанда қалатын із мөлшерін өлшеу арқылы анықтадық, өлшенген микроқаттылықтың мәндері – концентрация қатынасымен алынған электролит. Негізінде микроқаттылықты анықтау тәсілі Виккерс тәсілімен бірдей деп айтуға болады. Демек бұл тәсілмен арнайы бұйымдардың микроқаттылығын анықтағанда сыналатын үлгіге Виккерс тәсіліндегідей қарама қарсы жақтарының ішкі бұрышы 136° болып келетін алмаз пирамидасының ұшы аз күш (5–500 г) мөлшерінің әсерімен батырылады. Ал жеке құрылымдық бөліктерінің микроқаттылығы үлгіге түскен күш мөлшерімен және сол күштің әсерінен түсірілген дақтың диаметрі бойынша есептеледі.

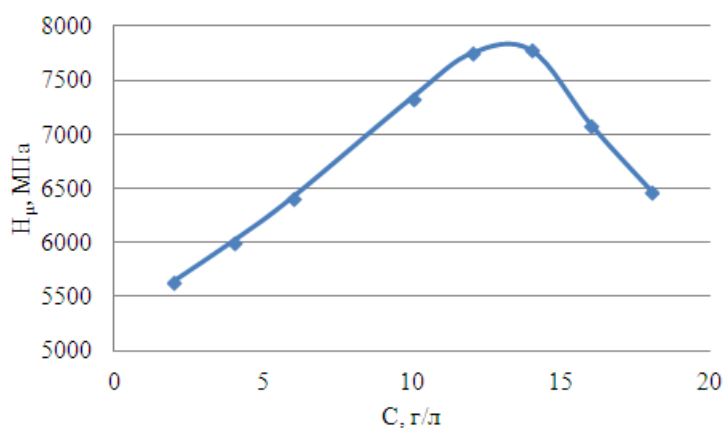
Жұмыстың мақсаты композиттік наноөлшемді ұнтақталған кремний қостотығы (5–50 нм) және шам күйесін (11–100 нм) қолдана отырып электролиттік хромдық қаптаманың микроқаттылығының (C/SiO<sub>2</sub>) арақатынасына, тоқ тығыздығы мен электролит-суспензия температурасына тәуелділігін зерттеу болып табылады. Сондықтан хром негізіндегі наноқұрылымдалған композиттік электролиттік қаптамалардың (нано-КЭҚ) микроқаттылығына температураның (333 К) және кремний диоксиді мен шам күйесінің арақатынастары C/SiO<sub>2</sub> 2/18, 4/16, 6/14, 10/10, 12/8, 14/6, 16/4, 18/2, индентордың іздерінің өлшемдері – 30 мкм және танбаның үлкен болғандықтан, алынған микроқаттылықтың мәндері келтірілген. Алынған мәліметтерді салыстыру нәтижесінде, микроқаттылықтың айырмашылығынан кейін азаятынын көреміз және де тәжірибе уақыты артқан сайын алшақтықтың артқанын байқаймыз, нәтиже барысында кристалдық торлардың өзгеруімен байланысты деп түсіндіріледі.

Материал микроқұрылымының және бөлімінің қаттылығы, белгілі бір жүктемемен алынған металға батырғанда қалатын алмазды пирамидан із мөлшерімен өлшейміз,

микроқаттылық ПМТ-3 қондырғысының көмегімен үлгі бетінде түсірілген пирамидалар 2-суретте көрсетілген.



2-сурет – ПМТ-3 қондырғысында түсірілген микроқаттылықтың пирамидасы



3-сурет – Үлгілердің әртүрлі C/SiO<sub>2</sub> арақатынасындағы микроқаттылықтарының графигі

Нано-КЭҚ  $j=6$  кА/м<sup>2</sup> және 333 К температурада алынған микроқаттылығының концентрацияға тәуелділігіне зерттеу жүргізілді, зерттеу нәтижесі 2-суретте көрсетілген.

**Қорытынды.** Зерттеу қорытындысы, шам күйесі мен кремний қостотығының концентрациясының әртүрлі арақатынастары (C/SiO<sub>2</sub>) және тоқ тығыздығы композиттік электролиттік қаптамалардың микроқаттылығына бір қалыпты әсер етпейтіндігін көрсетті. Біз графиктен (2-сурет) көре аламыз: 2–14 г/л-ге дейінгі шам күйесінің концентрациясында бір қалыпты өседі, ал 14-те максимальды мәнге жетеді, содан соң кеміп кетеді. Графиктегі үлгі микроқаттылықтарының C/SiO<sub>2</sub> арақатынасына байланысты өсуі, соңынан кемуі байқалады. Оларды дәлелдеу үшін микроқұрылымдарын ары қарай зерттеуді талап етеді

## ӘДЕБИЕТ

- 1 Паршев С.Н., Полозенко Н.Ю. Микротвердость материалов. – Волгоград: ВолгГТУ, 2004. – 15 с.
- 2 Омаров А.Қ., Абдураимов Е.Е. Материалтану мен металдарды коррозиядан қорғау практикумы. – Алматы: Ана тілі, 1993. – 110 б.
- 3 Глазов В.М., Вигдорович В.Н. Микротвердость металлов. – М.: Металлургия, 2002. – 224 с.
- 4 Татарченко Г.О. К вопросу о механизме действия озона на коррозию металлов // Физ.-хим. механика материалов. – 2006. – Спец. вып. – Т. 1, № 5. – С. 133-137.
- 5 Григорович В.К. Твердость и микротвердость металлов. – М.: Наука, 1996. – 230 с.
- 6 Яр-Мухамедова Г.Ш., Татарченко Г.О. Коррозионная стойкость нержавеющей сталей в присутствии озона // Комплексное использование минерального сырья. – Алматы: ЦНЗМО, 2012. – № 3. – С. 82-87.
- 7 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-SiO<sub>2</sub>-C nano-composition electrolytic coatings // Комплексное использование минерального сырья. – Алматы: ЦНЗМО, 2012. – № 3. – С. 87-92.
- 8 Хрущов М.М., Беркович Е.С. Приборы ПМТ-2 и ПМТ-3 для испытания на микротвердость. – М.: Изд-во РАН, 2000. – 69 с.
- 9 Хрущов М.М. Микротвердость. Труды совещания по микротвердости. – М.: Изд-во РАН, 1991. – 269 с.
- 10 Мощенок В.И. Современные методы определения нано-микро-макротвердости материалов. Инженерия поверх-ности и реновация изделий. – Киев: АТМ Украина, 2009. – 139-140 с.

## REFERENCES

- 1 Parshev S.N., Polozenko N.Y. **2004**. 15 (in Russ).
- 2 Omarov A.K., Abduraimov E.E. **1993**. 110 (in Russ)..
- 3 Glazov V.M., Vignorovich V.N. **2002**. 224 (in Russ)..
- 4 Tatarchenko G.O. *Fiziko-khimicheskaya Mexanika Materialov*. **2006**. V.1. № 5. 133-137 (in Russ).
- 5 Grigorovich V.K. **1996**. 230 (in Russ).
- 6 Yar-Mukhamedova G.Sh., Tatarchenko G.O. *Kompleksnoye ispol'zovaniye mineral'nogo syr'ya*. **2012**. №3. 82-87 (in Russ).
- 7 Yar-Mukhamedova G.Sh., Darisheva A.M., Moldabaev M., Zabortcev S.P. *Kompleksnoye ispol'zovaniye mineral'nogo syr'ya*. **2012**. №3. 87-92.
- 8 Hruschov M. M., Berkovich E.S. **2000**. 69 (in Russ).
- 9 Hruschov M. M. **1991**. 269 (in Russ).
- 10 Moschenok V. I. **2009**. 139-140 (in Russ)

## Резюме

*Л. П. Жанаева<sup>1</sup>, Г. Ш. Яр-Мухамедова<sup>2</sup>, М. М. Молдабаев<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы,

<sup>2</sup>АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения»,

<sup>3</sup> Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева, г. Алматы

### ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СООТНОШЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ НАНОДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ НА МИКРОТВЕРДОСТЬ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Определена микротвердость с помощью ПМТ-3 установки через взвешивание груза в 100 г на инден-торе, эти показатели – микротвердости наноконпозиционных электролитических покрытий (нано-КЭП), взятые с различной концентрацией соотношения. В качестве композиционной смеси были взяты диоксид кремния и наночастицы саживой лампы, соотношения C/SiO<sub>2</sub> в электролите: 2/18, 4/16, 6/14, 10/10, 12/8, 14/6, 16/4, 18/2. Для образцов покрытий ст3 сталь отстаивалась в размере 50x20x2 мм. Температура электро-осаждения 333 К. В результате сравнения полученных данных, мы видим, что размеры после процесса отвердевания уменьшаются и, чем больше время процесса, тем больше становится расстояние, можно сказать, что это связано с изменением кристаллической решетки. Плотность тока микротвердости 6 кА/м<sup>2</sup>, также концентрация различных соотношений саживой лампы и диоксида кремния влияют неоднородно на микротвердость композиционных электролитических покрытий. Это мы можем увидеть в графике: в интервале концентрации 2–14 г/л сажи ламповой микротвердость равномерно увеличивается, в точке 14 – имеет максимальную значение 7800 МПа, после – уменьшается до 6500 МПа.

**Ключевые слова:** микротвердость, наноконпозиционные электролитические покрытия (нано-КЭП), микроструктура, хром, саживая лампа.

## Summary

*L. P. Zhanaeva<sup>1</sup>, G. Sh. Yar-Mukhamedova<sup>2</sup>, M. M. Moldabaev<sup>3</sup>*

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

<sup>2</sup>«Center of Earth Science, Metallurgy and Benification» JSC, Almaty,

## THE STUDY OF THE RATIO OF THE INFLUENCE OF NANODISPERSE PHASE CONCENTRATIONS

### ON THE MICROHARDNESS OF COMPOSITE COATINGS

We have defined microhardness by means of PMT-3 installations through weighing of a cargo in 100 on the indenter, these parameters – microhardness is nano-composition electrolytic coatings (nano-CEC), the relations taken with various concentration. As a composite mixture relations C/SiO<sub>2</sub> in electrolit have been taken dioxide silicon and nanomical lamps: 2/18, 4/16, 6/14, 10/10, 12/8, 14/6, 16/4, 18/2. For samples of coatings Ст3 steel was defended at a rate of 50x20x2 mm. Temperature of electrodeposition 333 K. As a result of comparison of the received data, we see, that the sizes after process a hardening decrease and, the more time of process, the there is a distance more, it is possible to tell, that it is connected with variation of a crystal bar. Density of a current of microhardness 6 κA/m<sup>2</sup>, also concentration of various parities soot lamps and dioxide silicon influence is non-uniform on microhardness composition electrolytic coverings. We can see it in the chart: in an interval of concentration 2–14 г/л soot lamp microhardness in regular intervals increases, in a point 14 – has maximal value 7800 MPa, after – decreases up to 6500 MPa.

**Keywords:** microhardness, electrical nanocomposite surface, microstructure, chrome, black lamp.

*Поступила 27.03.2013г*