

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Машковский, М.Д. Лекарственные средства / М.Д. Машковский. – М.: 2000. – Т.2. – 312-319, 427-436 с.
2. Джарылгапова Д.С. Анализ фармацевтического рынка твердых лекарственных форм. //Материалы МНК студентов и молодых ученых «Фараби ӘЛЕМІ», Алматы, Казахстан, 6-9 апреля 2020 г. – С. 19.
3. Бегадилова А.Б., Джарылгапова Д.С. Преимущества капсулированной формы лекарственных препаратов.// Материалы МНК студентов и молодых ученых «Фараби ӘЛЕМІ», Алматы, Казахстан, 6-9 апреля 2020 г. – С. 12.

#### REFERENCES

1. Mashkovskii, M.D. Lekarstvennye sredstva / M.D. Mashkovskii. – M.: 2000. – T.2. – 312-319, 427-436 s. (in Russian)
2. Dzharylgapova D.S. Analiz farmatsevticheskogo rynka tverdykh lekarstvennykh form. //Materialy MNK studentov i molodykh uchenykh «Farabi ӘЛЕМІ», Almaty, Kazakhstan, 6-9 aprelya 2020 g. – S. 19 (in Russian)
3. Begadilova A.B., Dzharylgapova D.S. Preimushchestva kapsulirovannoi formy lekarstvennykh preparatov.// Materialy MNK studentov i molodykh uchenykh «Farabi ӘЛЕМІ», Almaty, Kazakhstan, 6-9 aprelya 2020 g. – S. 12. (in Russian)

ӨОЖ 547-311  
FTAMP 81.33

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2020-3/1-66-70>

### ЭПОКСИДТІ ОЛИГОМЕРЛЕР НЕГІЗІНДЕ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРМЕН ҚАПТАЛҒАН МЕТАЛДАРДЫҢ КОРРОЗИЯҒА ТӨЗІМДІЛІГІНЕ МЫРЫШ НАНОБӨЛШЕКТЕРІНІҢ ӘСЕРІ

А.С. ИЗТАЕВА<sup>1</sup>, М.Ш. СУЛЕЙМЕНОВА<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> «Алматы технологиялық университеті» АҚ, Алматы, Қазақстан)  
E-mail: s.mariyash@mail.ru, aida--96@mail.ru

*Мақалада 1:3 қатынасында АГМ-9 және ТГМ-3 модификацияланған қоспасы бар эпоксидті шайыр негізіндегі композициялық материалдардың коррозияға қарсы қасиеттерін және нанобөлшектермен өңделген мырыш оксидін зерттеу нәтижелері келтірілген. Металдарды эпоксидті олигомерлермен және мырыш нанобөлшектерімен жабу олардың коррозияға төзімділігін едәуір арттыратыны анықталды. 90 күн ішінде NaCl 3,5% ерітіндісінде ұсталғаннан кейін жабынсыз металдың қаттылығы 22%-ға, АГМ-9 және ТММ - 3 композиттерімен модификацияланған-11%-ға, ал мырыш нанобөлшектерімен қосылған эпоксидті олигомерлермен модификацияланған металл қаттылығы 3% - ға азаяды.*

Негізгі сөздер: коррозияға қарсы жабын, модификаторлар, эпоксидті шайыр, мырыш оксидінің нанобөлшектері, композиттер, қатайтқыш.

### ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ ЦИНКА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ, ПОКРЫТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ

А.С. ИЗТАЕВА<sup>1</sup>, М.Ш. СУЛЕЙМЕНОВА<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> АО «Алматинский технологический университет», Алматы, Казахстан)  
E-mail: s.mariyash@mail.ru, aida--96@mail.ru

*В статье представлены результаты исследования антикоррозийных свойств композиционных материалов на основе эпоксидной смолы модифицированной смесью АГМ-9 и ТГМ-3 в соотношении 1:3 и обработанных наночастицами оксида цинка. Установлено, что покрытие металлов эпоксидными олигомерами и наночастицами цинка значительно повышает их устойчивость к коррозии. После выдержки в 3,5 % растворе NaCl в течение 90 дней*

*твёрдость металлов уменьшается без покрытия на 22%, модифицированных композитами АГМ-9 и ТГМ-3 на 11%, а модифицированных эпоксидными олигомерами в сочетании с наночастицами цинка всего на 3 %.*

**Ключевые слова:** антикоррозийное покрытие, модификаторы, эпоксидная смола, наночастицы оксида цинка, композиты, отвердитель.

## EFFECT OF ZINC NANOPARTICLES ON CORROSION RESISTANCE OF METALS COATED WITH COMPOSITE MATERIALS BASED ON EPOXY OLIGOMERS

<sup>1</sup>A.S. IZTAYEVA, <sup>1</sup>M.SH. SHAYAHMETOVA

(<sup>1</sup> «Almaty Technological University» JSC, Almaty, Kazakhstan)

E-mail: s.mariyash@mail.ru, aida--96@mail.ru

*The article presents the results of a study of the anti-corrosion properties of composite materials based on epoxy resin modified with a mixture of AGM-9 and TGM-3 in a ratio of 1:3 and treated with zinc oxide nanoparticles. It is established that the coating of metals with epoxy oligomers and zinc nanoparticles significantly increases their resistance to corrosion. After holding in a 3.5% NaCl solution for 90 days, the hardness of metals without coating decreases by 22%, modified with AGM-9 and TGM-3 composites - by 11%, and modified with epoxy oligomers in combination with zinc nanoparticles-by only 3 %.*

**Keywords:** anti-corrosion coating, modifiers, epoxy resin, zinc oxide nanoparticles, composites, hardener.

### *Kіpіcne*

Жабдықты жөндеу жұмыстарының сапасы мен қарқынына қойылатын талаптардың артуы металл беттерін және тозудан, абразивтерден, соққылардан және коррозиядан зақымдалған әртүрлі құрылымдарды қалпына келтіруге қабілетті жоғары тиімді жүйелердің кең спектрін құруды талап етеді. Осыған байланысты көптеген материалдарға жоғары адгезиясы бар эпоксидті олигомерлер негізінде композициялық материалдарды жасау практикада әртүрлі салаларда өзекті және сұранысқа ие [1].

Төтенше жағдайларда сенімді жұмыс істейтін полимерлі байланыстырғыштар негізінде жоғары тиімді композициялық материалдарды әзірлеу және енгізу үлкен маңызды міндет болып табылады, оның шешімі көбінесе ғылыми - техникалық прогрестің қарқынын жеделдетуді анықтайды [2].

Қазіргі уақытта әртүрлі салалар үшін функционалды материалдарға үлкен сұраныс бар. Жөндеу жұмыстарын жүргізу үшін, әсіресе ірі габаритті жабдықтар үшін және технологиялық процесті тоқтату мүмкін болмаған кезде материалдар жасау проблемасы өзекті болып табылады. Сонымен қатар, бірегей жабдық механизмінің қосалқы бөл-

шектері жиі жоқ немесе оларды ауыстыру экономикалық тұрғыдан тиімсіз [3].

Бұл жұмыстың мақсаты жақсартылған пайдалану қасиеттері бар модификацияланған эпоксидті олигомерлер негізінде композициялық материалдарды әзірлеу болып табылады.

### *Зерттеу материалдары мен әдістері*

Байланыстырушы агент ретінде ЭД-20 маркалы эпоксидті олигомерлер қолданылды, өйткені бұл шайыр төмен тұтқырлыққа ие, диэлектрлік және физика-химиялық қасиеттерінің тұрақтылығымен сипатталады. Қалыпты жағдайда тұтқыр, мөлдір сұйықтық. Молекулалық массасы-390 г/моль, тығыздығы -20°C-1,14 г/см<sup>3</sup>[4].

Полиэтиленполиамин қатайтқыш ретінде әрекет етті. Бұл заттың айқын артықшылығы-эпоксидті шайырмен байламның жоғары беріктігі мен сенімділігі. Полиэтиленполиамин-аммиак иісі бар және тотығу күйіне және сақтау әдісіне байланысты ашық сары немесе қоңыр-қоңыр түсті сұйық зат. Молекулалық салмағы-230 г/моль, тығыздығы 20°C-1,017 г/см<sup>3</sup>[4].

Модификаттар ретінде пайдаланылды:

-3-аминопропилтриэтоксисилан АГМ-9 (ТУ 6-02-724-77)

-Триэтиленгликоль диметакрил эфирі - ТГМ-3 (ТУ 2257-004-43007840-200)

-Bochemie, czech (nZ-BOCH 01) компаниясы өндірген мырыш оксидінің нано-бөлшектері.

Мырыш оксидінің нано-бөлшегі көп функциялы нано жабындарды шығару үшін қолданылатын бейорганикалық нано-бөлшектер мен көп функциялы нано-бөлшектердің бірі. Ол жоғары қаттылыққа және төмен сыну коэффициентіне, гидрофобтыққа және агрегаттарсыз тамаша дисперсияға ие [4].

Металдың коррозияға қарсы жабынын зерттеу үшін 13-ФХА маркалы болат құбырлардан 3 үлгі қолданылды.

Мырыш оксидінің нано-бөлшектерін диспергелеу үшін ультрадыбыстық диспергатор УЗДН-М1200 қолданылды. УЗДН-М1200 бұл универсалды көп функционалды құрылғы: біркелкі эмульгирлеу, бөлшеткіш ретінде, араластырғыш ретінде қолданылады [1,4]

Мырыш оксиді нано-бөлшектерін енгізу интеркаляция әдісімен жүргізілді.

Жабынның агрессивті ортаның әсеріне төзімділігі ГОСТ 9.403-80 сәйкес анықталды. Тұз ерітінділеріндегі сынақтардан кейін (3,5% NaCl) жабындардың декоративті және қорғаныш қасиеттері анықталады [5].

Сынау үшін жабын алу әдістері ГОСТ 8832-76 арқылы алынды [6].

Коррозияның тереңдігін анықтау үшін қаттылықты Виккерс әдісімен анықтайды ГОСТ 2999-75. Қаттылықты Виккерс әдісімен жүргізу FV-810 құрылғысында жүргізілді [7].

#### **Нәтижелер және оларды талқылау**

Модификациялау және нано жабынның тиімділігін зерттеу үшін 3 үлгі зерттелді: №1 жабыны жоқ үлгі, ТГМ-3 және АГМ-9 модификаторлары бар №2 үлгі және мырыш оксиді нано-бөлшектері бар №3 үлгі.

№1 үлгі бастапқы үлгі ретінде пайдаланылды және жабынмен қапталмаған.

№2 үлгі үшін келесі композит жасалды: алдымен ЭД-20 шайырына 25°C температурада ТГМ-3:АГМ-9= 3:1 қатынасында күрделі модификатор қосылды Содан кейін модификаторларды толығымен араластырғанға дейін араластырылды, 1:10 ПЭПА/ЭД-20 қатысында қатайтқыш-полиэтиленполамин қосылды. 15 минут ішінде мұқият араластырылып, қатайтқыш толығымен ерігенге дейін, шпательмен композит алынды және дайындалған бетке, яғни №2 үлгінің бетіне қылқалам арқылы жағылды. Содан кейін бұл материал 24 сағатқа толық қату үшін қалдырылды.

ZnO нано-бөлшектерін №3 үлгіге енгізу интеркаляция әдісімен жүзеге асырылды: ZnO ұнтақ нано-бөлшектері ерітінді (30 мас.% этил спирті +70 мас.% ксилол) қоспасында 8:2 массалық қатынасында ерітілді. Себебі этил спирті мен ксилол ерітіндісінде мырыш оксидінің нано-бөлшегі бөлшектерінің ісінуіне әкеледі. Содан кейін бұл ерітінді 30 минут ішінде 800 айн/мин айналу жылдамдығымен магнитті араластырғышында араластырылды, содан кейін 15 минут УЗДН-М1200 ультрадыбыстық құрылғысымен өңделді. Ерітілген нано-бөлшектер массалық қатынасы бойынша ЭД-20-ға қосылып, 20 минутта 1000 айн/мин көлемінде араластырылды, содан кейін қатайтқышты қоспас бұрын 15 минут ультрадыбыспен осы композитті өңдеді (кесте.1). Кейін композитке массалық қатынаста қатайтқышты қосты. Дайын болған композитті №3 үлгіге шпательмен енгізіп, толық қатаю үшін 24 сағатқа қалдырып қойды.

Нано-бөлшектердің эпоксидті жабындардың коррозияға қарсы қасиеттеріне әсерін зерттеу үшін бұл жабындар 3,5% NaCl ерітіндісінде 90 күн бойы сақталды [6].

Мырыш оксидімен модификацияланған эпоксидті олигомер (№3 үлгі) қапталынған болат құбырдың бетінде көрінетін коррозия өнімдерін сынау аяқталғаннан кейін табылған жоқ.

Кесте 1. Композициядағы компоненттердің массалық қатынасы

Үлгі саны	Компоненттердің мөлшері (м.ч)		
	ЭД-20	ZnO нано-бөлшектері	Қатайтқыш
№3	100	3	26

Мырыш оксиді нано-бөлшектері мен басқа да қоспалары жоқ "1" жабыны зерттеу үшін таңдалған басқа жабындармен (2,3) салыстырғанда коррозияға төзімділіктің нашарлығын көр-

сетті. Тұтастай алғанда, жабындардың коррозияға төзімділігі келесі ретпен өзге-реді: 3>2>1

Қаттылықты Виккерс әдісімен анықтау үшін бастапқы 3 үлгінің қаттылығын FV-810 құрылғысында F-294,2 Н/30 кгс күш беру ар-

қылы, 10 секунда есептеп алды. Алынған нәтижелер 2 кестеде көрсетілді.

Жабындарды NaCl 3.5% ерітіндісінде 90 күн ұстағаннан кейінгі қаттылықты FV-810

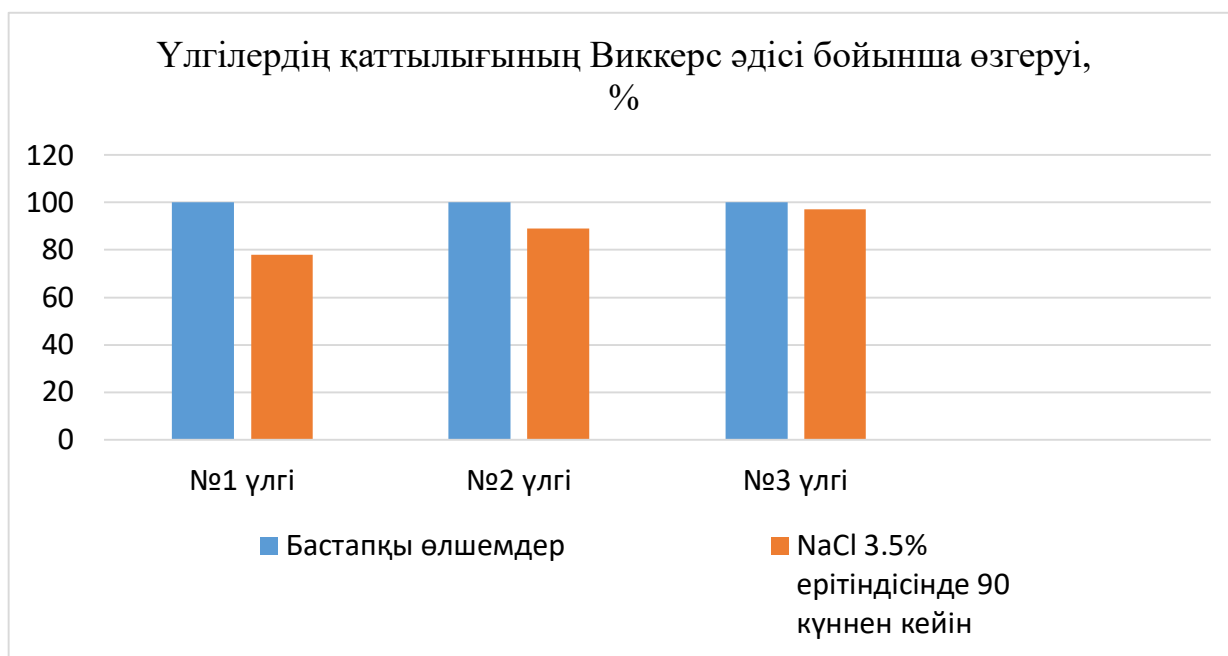
құрылғысында F-294,2 Н/30 кгс күш беру арқылы, 10 секунда есептеп алды. Алынған нәтижелер 2 кестеде көрсетілді.

Кесте 2. Металл жабындыларының қаттылығын Виккерс әдісімен тексеру нәтижелері

Виккерс бойынша қаттылық, Н	№ 1 үлгі	№ 2 үлгі	№ 3 үлгі
Бастапқы өлшемдер, HV	483	469	477
NaCl 3.5% ерітіндісінде 90 күннен кейін	377	418	464

1 - суреттен металл жабындыларының қаттылығын тексеру нәтижесі бойынша: жабынмен қапталмаған №1 үлгінің қаттылығы 22%-ға, ал АГМ-9:ТГМ-3 модификаторлары

қосылған №2 үлгі 11%-ға, мырыш оксидінің нанобөлшектерімен модификацияланған №3 үлгі 3%-ға төмендегенін байқауға болады.



Сурет 1 - Металл жабындыларының қаттылығының Виккерс әдісімен зерттеу нәтижелер

Мырыш оксиді нанобөлшектерімен өңделген металл бетінің коррозияға қарсы қасиеттерінің жоғарылауы адгезияның жоғарылауымен және эпоксидтің гидрофобтығының жоғарылауымен байланысты екендігі дәлелденді, бұл әдеби мәліметтерге сәйкес келеді [8].

#### **Қорытынды**

Зерттеу нәтижесінде мырыш оксиді нанобөлшектерімен қапталған эпоксидті олигомерлердің қаттылығы 3%-ға төмендеді, АГМ-9 және ТММ-3 композиттерімен модификацияланған 11%, ал жабынсыз металдардың қаттылығы 22%-ға төмендегенін көрсетті.

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде мырыш оксидінің нанобөлшектерімен модификацияланған металл жабыны бірлескен АГМ-9:ТГМ-3 модификаторларымен салыстырғанда, агрессивті қоршаған ортаға төзімділігі, коррозияға қарсы қасиеттерінің жоғарылығын көрсетті. Мырыш оксидінің нанобөлшектері негізінде алынған эпоксидианды олигомерді агрессивті ортада жұмыс істейтін металл бұйымдарын қорғау үшін жабын ретінде қолдануға мүмкіндік береді.

# ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бродский В.А., Горбунова И.Ю., Дорошенко Ю.Е., Зюкин, С.В., Кербер М.А., Сопотов Р.И. Изучение влияния полиэфиримида на свойства связующего на основе эпоксидного олигомера ЭД-20 методом динамического механического анализа // Химическая промышленность сегодня. – 2014. - №11. - С. 51-55.
2. Буй Дук Мань. Разработка композиционных материалов на основе эпоксидуретановых олигомеров с улучшенными эксплуатационными свойствами: дис. ... канд. тех. наук. М., 2014. -140 с.
3. Костромина Н.В., Тхуан Ф.К., Чунг Д.Д., Осипчик В.С. Влияние наномодификаторов на свойства эпоксидных композитов // Пластические массы. - 2011. - №6. - С. 43-48.
4. Кочнова З.А., Жаворонюк Е.С., Чалых А.Е. Эпоксидные смолы и отвердители: промышленные продукты. - М.: ООО "Пэйт-Медия", 2011. - 200 с.
5. Mostafaei A., Nasirpour F. Epoxy/polyaniline-ZnO nanorods hybrid nanocomposite coatings: synthesis, characterization and corrosion protection performance of conducting paints// Prog. Org. Coat. 2014. - Vol. 77. - P. 146-159.
6. ГОСТ 9.403-80. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Методы испытаний на стойкость к статическому воздействию жидкостей. М., 2002 II, 7 с.
7. ГОСТ 2999-75. Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу. М., 1986. 30 с.
8. ИСО 1514-84. Лакокрасочные материалы. Методы формирования лакокрасочного покрытия для испытаний. М., 2006. 14 с.
9. Bui Duk Man. Development of composite materials based on epoxyurethane oligomers with improved performance properties: dis. ... cand. tech. nauk. M., 2014.140 p.

# REFERENCES

1. Brodskii V.A., Gorbunova I.YU., Doroshenko YU.E., Zyukin, S.V., Kerber M.A., Sopotov R.I. Izuchenie vliyaniya poliehfirimida na svoystva svyazuyushchego na osnove ehpoksidnogo oligomera EHD-20 metodom dinamicheskogo mekhanicheskogo analiza // Khimicheskaya promyshlennost' segodnya. – 2014. - №11. - S. 51-55. (in Russian)
2. Buı Duk Man'. Razrabotka kompozitsionnykh materialov na osnove ehpoksiuretanovykh oligomerov s uluchshennymi ehkspluatatsionnymi svoystvami: dis. ... kand. tekhn. nauk. M., 2014. -140 s. (in Russian)
3. Kostromina N.V., Tkhuuan F.K., Chung D.D., Osipchik V.S. Vliyanie nanomodifikatorov na svoystva ehpoksidnykh kompozitov // Plasticheskie massy. - 2011. - №6. - S. 43-48. (in Russian)
4. Kochnova Z.A., Zhavoronyuk E.S., Chalykh A.E. Ehpoksidnye smoly i otverditeli: promyshlennye produkty. - M.: OOO "Pehİnt-Mediya", 2011. - 200 s. (in Russian)
5. Mostafaei A., Nasirpour F. Epoxy/polyaniline-ZnO nanorods hybrid nanocomposite coatings: synthesis, characterization and corrosion protection performance of conducting paints// Prog. Org. Coat. 2014. - Vol. 77. - P. 146-159. (in Russian)
6. GOST 9.403-80. Edinaya sistema zashchity ot korrozii i stareniya. Pokrytiya lakokrasochnye. Metody ispytaniy na stoikost' k staticheskomu vozdeystviyu zhidkostey. M., 2002 II, 7 s. (in Russian)
7. GOST 2999-75. Metally i splavy. Metod izmereniya tverdosti po Vikkersu. M., 1986. 30 s. (in Russian)
8. ISO 1514-84. Lakokrasochnye materialy. Metody formirovaniya lakokrasochnogo pokrytiya dlya ispytaniy. M., 2006. 14 s. (in Russian)
9. Bui Duk Man. Development of composite materials based on epoxyurethane oligomers with improved performance properties: dis. ... cand. tech. nauk. M., 2014.140 p. (in English)

УДК 547.362: 547,818:322,3  
МРНТИ 31.21.27

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2020-3/1-70-75>

## ГЕТЕРОЦИКЛДІ БРОМАЦЕТИЛЕН СПИРТТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ АКРИЛ ЖӘНЕ МЕТАКРИЛ ЭФИРЛЕРІНІҢ СИНТЕЗІ

Т.А. ЯГУДЕЕВ<sup>1</sup>, А.Т. ЯГУДЕЕВ<sup>1</sup>, Н.А. МУБАРАК<sup>1</sup>, К.Б. САДЫКОВА<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> «Алматы технологиялық университеті» АҚ, Алматы, Қазақстан)

E-mail: ta\_yagudeev@mail.ru, naskoaxatova@gmail.com, kumusay1978@mail.ru

*Мақалада циклді және гетероциклді ацетилен спирттеріне натрий гипобромидінің әсерінен гетероциклді бромацетилен спирттерін, сондай-ақ литий алюминий кешендерін қолданып олардың акрил және метакрил эфирлерін алу әдісі келтірілген. Алынған өнімдердің*