

UOT 629.5-029:62

**EPOKSİD ƏSASINDA KOMPOZİSİYA MATERİALLARIN ALINMASI****A.Ə. Rəhimova, E.D. Məmmədov***Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti**Azerbaijan Dövlət Dəniz Akademiyası**E-mail: ragimova.adila@mail.ru, elxan.mammadov@acsc.az*

*Təqdim olunan məqalə ED-20 markalı epoksid qatranı və nanohissəcik səviyyəsində alınan müxtəlif doldurucular əsasında alınmış kompozisiyaların tədqiqinə həsr edilmişdir. Doldurucu kimi bor karbidi, saf mis ovuntusu, müxtəlif qrafit tərkibli mis ovuntusu istifadə olunmuşdur. Qrafitin elektrokimyəvi yolla misləndirilməsindən alınan doldurucuların, eləcə də bu dolduruculardan istifadə etməklə hazırlanan polimer kompozisiyaların bəzi fiziki-mexaniki xassələri öyrənilmişdir. Əldə edilmiş nəticələrdən aydın olur ki, elektrokimyəvi üsulla alınan mis ovuntularının 60-70%-i 80-100 nm səviyyəsində ola bilər və eyni zamanda aqreqat halında olan ovuntuların ölçüləri 50-100nm təşkil edir.*

*Açar sözlər : epoksid, kompozisiya, polimer, doldurucu, mis ovuntusu*

**DOI: 10.32737/2221-8688-2020-1-118-123**

**Giriş**

Hazırda istehsal olunan qatranların ümumi həcmnin 90%-ni epoksid qatranları, qalan hissəsini isə digər biofenollar, polifenollar, aminlər və aminfenollar əsasında alınan qatranlar təşkil edir [1,2]. Epoksid qatranları müasir texnikanın və sənayenin müxtəlif sahələrində çox geniş tətbiq edilən termoreaktiv polimerlərdəndir, onlar qoruyucu örtük konstruksiya materiallarının, şüşə plastiklərinin yapışqanlarının və s. alınmasında istifadə edilir [1-4]. Epoksid qatranlarını polimer matris kimi istifadə edərək müxtəlif doldurucular və bərkidicilər götürməklə çox geniş çeşidli polimer kompozisiyalar, o

cümlədən nano-kompozisiyalar əldə etmək mümkündür. Belə ki, epoksid qatranları belə materialların möhkəmliyini təmin edir və daxil edilən dispers doldurucular sahəsində tələb olunan xassələr toplusuna, o cümlədən yüksək tribotexniki göstəricilərə malik olan kompozisiyaların yaradılmasına imkan verir [3, 4].

Təqdim olunan məqalə ED-20 markalı epoksid qatranı və nanohissəcik səviyyəsində alınan müxtəlif doldurucular əsasında alınmış kompozisiyaların fiziki-mexaniki xassələrinin tədqiqinə həsr edilmişdir.

**Təcrübi hissə**

Polimer matris kimi epoksid 20 qatranı və dispers doldurucu olaraq bor karbidi, saf mis və müxtəlif tərkibli mis-qrafit (elektroliz üsulu ilə misləndirilmiş qrafit) götürülmüşdür. Doldurucu kimi mis və qrafitə üstünlük verilməsi onların tribotexniki sahələrdə antifriksion materiallar kimi tətbiq imkanlarının geniş olmasıdır [3].

Qrafitin elektrokimyəvi yolla misləndirilməsindən alınan doldurucuların, eləcə də bu dolduruculardan istifadə etməklə hazırlanan polimer kompozisiyaların bəzi

göstəriciləri cədvəl 1-də verilmişdir.

Kompozisiyaya şixtə tərkibi seçilərkən doldurucunun kütlə miqdarı (bor karbidindən başqa) əsas götürülmüşdür. Doldurucuların sıxlığının müxtəlif olması onların eyni kütlə miqdarında müxtəlif həcm tutmasına səbəb olur və eləcə də epoksid:doldurucu həcm nisbəti onların kütlə nisbətindən fərqlənir. Bu isə mikroquruluşu və xassələri qiymətləndirərkən mümkün qədər hər iki nisbətə istinad etməyi zəruri edir [6-8].

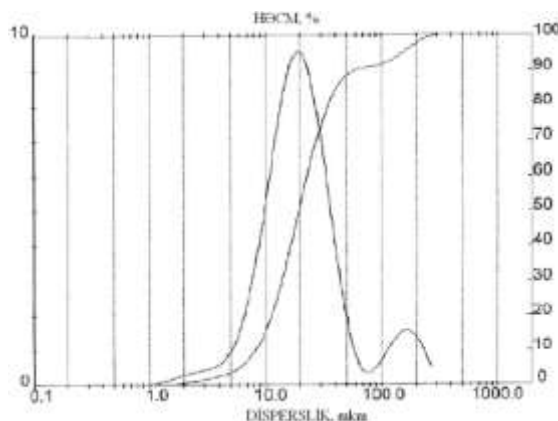
**Cədvəl 1.** Müxtəlif dolduruculu və kompozisiya materiallarının bəzi göstəriciləri və fiziki-mexaniki xassələri.

№	Doldurucu	Doldurucunun miqdarı, q	Doldurucunun həcmi	Kompozisiyanın ümumi həcmi	Kompozisiyanın kütləsi, q	Ümumi həcmdə doldurucunun miqdarı, %		Sıxlıq	Bərklik
						Cəmi	Mis		
1	B <sub>4</sub> C	5	1.98	12.96	17.76	31.4	-	1.29	40
2	Cu	10	1.12	12.12	22.76	88.11	88.11	1.83	38
3	Mislənmiş qrafit 60%Cu 40% qrafit	5	1.14	12.14	17,76	39	22.9	1.32	27
		3	0.34						
		2	0.8						
4	Mislənmiş qrafit 80%Cu 20% qrafit	5	0.85	11.85	17.76	42.2	33.7	1.5	43
		4	0.46						
		1	0.4						
5	Mislənmiş qrafit 90%Cu 10% qrafit	5	0.64	11.61	17.76	43	40	1.53	39
		4.5	0.52						
		0.5	1.25						
6	Elektrokimyəvi üsulla alınmış nano mis ovuntusu	12.5	1.25	27	16	86.11	86.11	2.27	304

Tədqiqat zamanı qarışığı olmayan S11000 markalı standart və elektrokimyəvi üsulla alınmış mis ovuntulardan istifadə edilmişdir. Belə ovuntular <40% nanohissəciklərdən ibarətdirlər. S11000 markalı standart və elektrokimyəvi üsulla alınmış mis ovuntuların qranulometrik tərkibin müəyyən edilməsi üçün sedimentasiya üsulu istifadə edilmişdir [9, 10]. Mis və mis əsaslı ərintilər yaxud kompozisiya materialları

üçün ən effektiv dispersion mühit kimi tsikloheksanon, butil spirti və asetonan istifadə olunmuşdur.

Sedimentasiya analizi “Mastersizer – 2000” qurğusunda aparılmışdır. Analizin nəticələri şəkil 1 və cədvəl 2-də verilmişdir. Əldə edilmiş nəticələr əsasında mis ovuntusu üçün orta ölçü hesablanmış və 36 mkm ( $\alpha_m$  or=36 mkm) olduğu müəyyən olunmuşdur.

**Şəkil 1.** Mis ovuntusunun sedimentasiya analizi

Mis ovuntusunu seçilməsi və dispersliyin təyin edilməsində məqsəd mis və mis-qrafit

ovuntularının mexaniki qarışdırma ilə şıxtə hazırlamaqdır. Mis ovuntusu tədqiqat zamanı

püskürdürmə üsulu ilə alındığı üçün daha ovuntular seçilərək onların qranulometrik effektiv hesab olunur və daha münasib tərkibi müəyyən edilmişdir.

**Cədvəl 2.** Mis ovuntusunun qranulometrik tərkibi

Mis ovuntusunun sahəsi (mkm) və həcmi (%)							
Öahə	Həcm	Sahə	Həcm	Sahə	Həcm	Sahə	Həcm
1.06	0.02	4.8	3.48	22.49	58.80	103.58	91.94
1.24	0.08	5.69	4.54	26.20	67.55	120.67	92.92
1.44	0.18	6.63	6.15	30.53	75.09	140.58	94.23
1.68	0.36	7.72	8.58	35.56	81.08	163.77	95.75
1.95	0.60	9.00	12.12	41.43	85.41	190.80	97.29
2.28	0.92	10.48	17.00	48.27	88.22	222.28	98.61
2,65	1,29	12,21	23,34	56,23	89,79	258,95	99,54
3.09	1.72	14.22	31.07	65.51	90.55	301.68	100.00
orta sahə – $\alpha_{m\text{or}}=36$ mkm							

Proses müddətində içərisinə grafit ovuntuları daxil edilmiş məhlul fırlanan qarışdırıcının köməyi ilə mütəmadi qarışdırılır. Belə ki, ovuntu hissəcikləri üzərində bərabər paylanmış örtük əmələ gəlməsi üçün ovuntuların intensiv qarışdırılması vacibdir. Elektrolitin tələb olunandan çox qızmaması üçün isə (temperatur 50-55°C olmalıdır) onun daxilinə içərisində su axını yaradılan şüşə borulu

soyuducu daxil edilmişdir. Proses zamanı vannada gərginlik 12 V saxlanılır, cərəyanın gücü 15-17 A qəbul edilir.

Elektroliz zamanı anod materialı olaraq misdən, elektrolit kimi  $\text{CuSO}_4$  məhlulundan istifadə edilmişdir. Proses qalvanik rejimdə 500-4000  $\text{A/m}^2$  cərəyan sıxlığında aparılmışdır.

#### Nəticələrin müzakirəsi

Qrafit dənələri üzərində misin ilkin kristallaşma mərhələsinin öyrənilməsi göstərmişdir ki, misin kristallaşma mərkəzləri 2000  $\text{A/m}^2$ -dən yüksək cərəyan sıxlığında və 240 mV katod potensialında yaranır və dənələrin səthinin effektiv örtülməsi həyata keçir. Qeyd etmək lazımdır ki, bu rejimlərdən aşağı cərəyan sıxlığı və katod potensialında yənə də qrafitin misləndirilməsi baş verir, lakin bu zaman formalaşan mis qatının bircinsliyi, sıxlığı və bütövlüyü optimal rejimdə qeyd alınan göstəricilərdən çox fərqlənir, metal qatının bütövlüyünün pozulması ehtimalı daha çox olur, bu da öz növbəsində alınan ovuntunun dendritliyini

pozur və bütün xassələrin aşağı düşməsi ilə nəticələnir.

Onda belə nəticəyə gəlmək olar ki, mis-grafit ovuntusunu effektiv şəkildə almaq üçün elektrod kimi elə materialdan istifadə etmək məqsədəuyğundur ki, o mis ionuna nisbətən maksimum ifrat gərginliyə malik olsun. Müəyyən edilmişdir ki, misin ən az çökməsinə səbəb olan Nb və Ta katodlarıdır, lakin ucuz başa gələn Pb və Ti metallarını katod olaraq seçmək daha məqsədəuyğun hesab edilir. Eyni zamanda qeyd etmək lazımdır ki, Ti digər materiallara nisbətən daha yüksək ifrat gərginliyə malikdir və Ti katodlarında yaranan metal fazaların ifrat gərginlikləri yüksək olduğu üçün çökdürülən misin səpikli katodda

paylanmasına daha əlverişli şərait yaranır. Məhz buna görə katod olaraq Ti seçilir.

Elektrokimyəvi metodla misləndirilmə rejimlərinin düzgün seçilməsi nəticəsində misin səpkili katod olan qrafitin səthinə çökməsi prosesi yuxarıda göstərilən elektrod materialının yüksək ifrat gərginliyə malik olması nəticəsində baş verir.

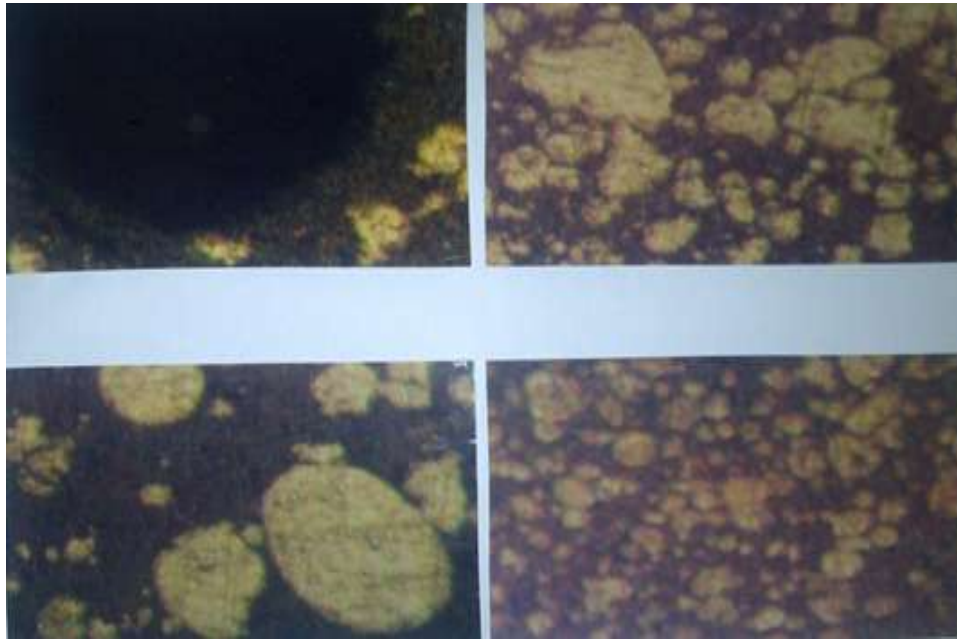
Aparılan sonrakı eksperimentlərdə məhz elektrokimyəvi metod əsasında və optimal elektroliz rejimlərinin seçilməsi ilə reduksiyaedici mühitdə qrafit ovuntusunun mislə örtülməsi prosesi həyata keçirilmişdir.

Misləndirmək üçün qaynadılmış və qurudulmuş 10 q qrafit ovuntusu elektrolizatora daxil edilmiş və proses zamanı elektrolit məhlul qarışdırıcının köməyi ilə fasiləsiz olaraq qarışdırılmışdır. Misləndirmə prosesində vaxt amilinin də böyük təsirini nəzərə alaraq qrafit ovuntusunun hər bir

fraksiyası üçün (50,100, 200, 315 mkm) ayrı-ayrılıqda müxtəlif vaxt intervalında (30, 60, 90 dəq) misləndirmə aparılmışdır. Alınmış mis-qrafit ovuntusu 80-90 °C temperaturda distillə edilmiş suda yuyulmuş, daha sonra isə 120-150°C temperaturda 2-3 saat qurudulmuşdur.

Elektrokimyəvi üsulla əldə edilmiş mis-qrafit ovuntularının tərkibindəki mis-qrafitin təyin edilməsi məqsədi ilə MFA-915 tipli atom absorpsiya cihazında element analizi aparılmışdır.

Şəkil 2-də saf mis ovuntusu doldurulmuş kompozitin müxtəlif sahələr üzrə mikroquruluşu təqdim olunmuşdur. Bu görüntülərdən aydın olur ki, hissəciklər ölçülərinə görə kəskin fərqlənir, materialın homogenliyi və əldə olunan kompozitdə keçirici mis torun tamlığı təmin olunmur.



**Şəkil 2.** Saf mis ovuntusu doldurucu kompozitin müxtəlif sahələr üzrə mikroquruluşu, x400

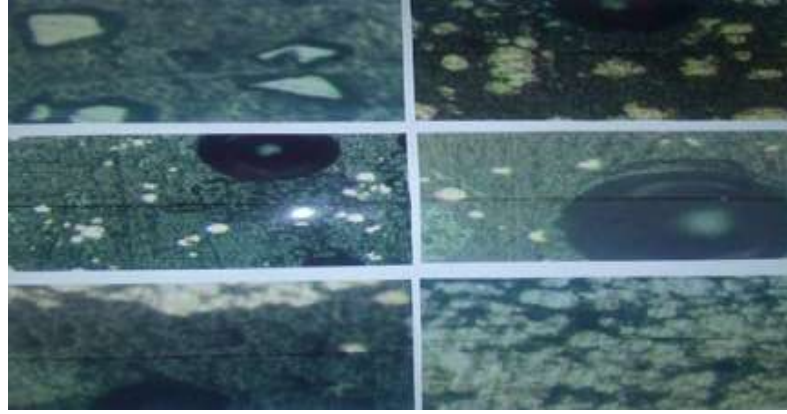
Şəkil 3 60% Cu+40% C tərkibli misləndirilmiş qrafit doldurucu kompozisiyanın mikrostrukturuna aiddir. Bu kompozisiyada qrafitin həcm payı misə nisbətən xeyli yüksəkdir. Mikroquruluşda tutqun görünən sahələr məhz qrafitin yüksək həcm miqdarı ilə bağlı olur. Quruluşda qrafitin tutduğu həcm mis hissəciklərinin

tutduğu həcmdən ~ 2,6 dəfə artıq olduğunu göstərir.

Göstərilən mikroquruluşda bəzi sahələrdə mis hissəciklərinin toplanması matris ilə doldurucunun sıxlıqları arasında böyük fərqin olması ilə izah edilə bilər və buna baxmayaraq belə quruluşda bərkliyin qiyməti kifayət qədər yüksəkdir.

80% Cu+20% C tərkibli misləndirilmiş qrafit dolduruculu kompozitin mikroquruluşu şəkil 4-də göstərilmişdir. Belə tərkibdə misin və qrafitin kompozisiyada tutduğu həcmələr təxminən bərabərləşir və mikroquruluşun şəklində öz əksini bərabər paylanmış mis və qrafit hissəcikləri halında tapır. Mikrofotografiyalar elektron mikroskopun köməyi ilə disperslənmiş nano mis (nanohissəcik

səviyyəsində) ovuntusunun görünüşüdür. Mis ovuntusu nano səviyyədə həm iri, həm də kiçik ölçülərə malikdir. Hissəciklərin ölçüsü 50-200nm həddi daxilində aşkarlanmışdır və belə ölçü göstərir ki, alınan ovuntular zəif aqreqatlaşmış formada da olur. 50-200 nm başqa 30-50nm ölçüdə də hissəciklər əldə etmək olur və fraksiyaların alınmasında müasir xırdalayıcılardan istifadə olunmalıdır.



Şəkil 3. 60% Cu+40% C tərkibli mislənmiş qrafit dolduruculu kompozitin mikrostrukturunu, x400



Şəkil 4. Disperslənmiş nano mis dolduruculu kompozitin mikrostrukturunu, x1700

Əldə edilmiş nəticələrdən aydın olur ki, elektrokimyəvi üsulla alınan mis ovuntularının 60-70%-i 80-100 nm səviyyəsində ola bilər və

eyni zamanda aqreqat halında olan ovuntuların ölçüləri 50-100nm təşkil edir.

#### References

1. Bobylev V.A. Specialty epoxies for adhesives and sealants. *Klei. Germetiki. Tekhnologii.* 2005, no. 5, pp. 8-11. (In Russian).

2. Yeseliev A.D., Bobylev V.A. The state and prospects of the development of epoxy resins and hardeners for adhesives in Russia. *Klei. Germetiki. Tekhnologii*. 2006, no. 7, pp. 1-8. (In Russian).
3. Lumley R. and Morton A. The book: Nanoparticle technologies and applications. Chapter "Nanoengineering of metallic materials". Editors R.H.J. Hannink, A.J. Hill. 2006, pp. 219-250.
4. Casey P. The book: Nanoparticle technologies and applications. Chapter "Nanostructure control of materials". 2006, pp.1-31.
5. Ragimova A.A., Mammadov E.D. The role of polymer composition materials in the protection of outer surface of silinder thimbles from kavity erosion and corrosion. *Proceedings of Azerbaijan State Marine Academy*. 2018, no. 1(27), pp.16-20.
6. Chernov I.A., Deberdeev T.R., Novikov G.F., Garipov R.M., Irzhak V.I. Dielectrical investigations of low temperature hardening of epoxide resin ED-20. *Plast.Massy - Plastics*. 2003, no. 8, pp. 5 ( In Russian ).
7. Kuleznev V.N. "Polymer mixtures". Moscow: Himiya Publ., 1980, p. 304.
8. "Polymer mixtures". Edited by D.Pol and S. Hemen., in 2 volumes. Moscow: Mir Publ., 1981, p. 549; p. 453.
9. Fleer G., Liklema Ya. Absorption from the solution on the surface of solid bodies. Edited by Parfite G. Rodchester K. Moscow: Mir Publ., 1986, p. 182.
10. Encyclopedia of Polymer. Moscow: Sov. encyclopedia Publ. 1972, Vol. 3, p. 956.

### **ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДА**

*A.A. Ragimova, Э.Д. Мамедов*

*Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности  
Азербайджанская государственная морская академия  
E-mail: ragimova.adila@mail.ru, elxan.mammadov@acsc.az*

*Исследование посвящено получению композиционных материалов на основе эпоксиды ED-20 и различных наполнителей. В качестве наполнителей использован омедненный графитовый порошок с различным содержанием меди, полученный электрохимическим методом. Также изучены некоторые физико-химические свойства омедненных графитовых порошков и полимерных композиций на их основе.*

**Ключевые слова:** *эпоксид, композиция, полимер, наполнитель, графит, медный порошок.*

### **PREPARATION OF EPOXIDE ED-20-BASED COMPOSITION MATERIALS**

*A.A. Ragimova, E.D. Mamedov*

*Azerbaijani State Oil and Industry University  
Azerbaijani State Maritime Academy  
E-mail: ragimova.adila@mail.ru, elxan.mammadov@acsc.az*

*The paper explores preparation of composition materials on the basis of epoxide-ED-20 and various fillers. A coppered powdered graphite with various copper content obtained through electrochemical method was used as filler. Also, some physical-chemical properties of coppered powdered graphites and polymer compositions thereupon were studied.*

**Keywords:** *epoxide, composition, polymer, filler, graphite, copper powder.*