

**REYHAN ŞAHMƏRDAN QIZI HACIYEVA**

**TƏRKİBİNDƏ AMİN, URETAN VƏ NİTRİL QRUPLARI OLAN  
POLİMER KOMPOZİSİYALARININ ƏSASINDA  
KÖPÜKLƏNMİŞ SORBENTLƏRİN MEXANİKİ-KİMYƏVİ  
SİNTEZİ VƏ TƏDQIQI**

İxtisas: 2304.01 “Makromolekullar kimyası”

kimya üzrə fəlsəfə doktoru  
elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

**A V T O R E F E R A T I**

**Sumqayıt - 2016**

**İş Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Polimer Materialları İnstitutunda və Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetində yerinə yetirilmişdir.**

**Elmi rəhbərlər:** AMEA-nın müxbir üzvi, kimya üzrə elmlər doktoru, professor

**A.M. Quliyev**

kimya üzrə elmlər doktoru, professor

**N.T. Qəhrəmanov**

**Rəsmi**

**opponentlər:** kimya üzrə elmlər doktoru, professor

**N.Ş. Rəsulzadə**

kimya üzrə elmlər doktoru,

**Ş.M. Məmmədov**

**Aparıcı təşkilat:** AMEA-nın Kataliz və Qeyri –üzvi kimya institutunun «Nanostrukturlaşdırılmış metal-polimer katalizatorları» laboratoriyası

Dissertasiya işinin müdafiəsi “30” mart 2016-cı ildə saat 10<sup>30</sup>

AMEA-nın Polimer Materialları İnstitutunun nəzdindəki

D 01.251 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: Az 5004, Sumqayıt ş. S.Vurğun pr. 124.

Dissertasiya işi və avtoreferat ilə AMEA-nın Polimer Materialları İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

E-mail: [ipoma@science.az](mailto:ipoma@science.az), [chem.@science.az](mailto:chem.@science.az)

Avtoreferat göndərilmişdir “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2016-cı il

**D 01.251 Dissertasiya Şurasının elmi katibi,**

**kimya üzrə fəlsəfə doktoru**

**A.Z. Çələbiyeva**

## **İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI**

**Mövzunun aktuallığı.** Neftçıxarma sənayesinin inkişafı, eyni zamanda, əlvan metallurgiyanın, qalvanokimyanın, bütövlükdə sənayenin ümumi inkişafı, xüsusən yaşayış massivlərinə yaxın sahələrdə ağır metalların miqdarının daimi artımı ilə əlaqədar olaraq, təbii mühitə gərginlik gətirir əlavə olaraq onu yükləyir. Yekunda, sadalanan bütün qəza halları ətraf mühitin çirklənməsinə səbəb olur və insanların sağlamlığına ziyan gətirir. Bu gün bununla bağlı olaraq, neftin, neft məhsullarının, su mühitində ağır metalların qəza hallarını tədric və ləğv etmək üçün bu sahədə elmi-tədqiqat işlərinin aparılması xüsusi aktuallıq kəsb edir.

Son illərdə ağır metalların, neftin və neft məhsullarının sorbsiyası üçün nəzərdə tutulmuş polimer sorbentlərin tədqiqinə , işlənilməsinə hazırlanmasına alimlərin marağı əhəmiyyətli dərəcədə artmışdır. Bu, polimer və penopolimer sorbentlərin yüksək sorbsiya tutumu, üzmə qabiliyyəti, hidrofobluq və dəfərlə regenerasiya olunma qabiliyyəti ilə səciyyələnməsi ilə bağlıdır. Təcrübə göstərir ki, ağır metalların sorbsiyası üçün, tərkibində ağır metallarla kompleks birləşmə əmələgətirməyə şərait yaradan funksional qruplara malik polimer sorbentlərdən istifadə etmək daha səmərəlidir. Müxtəlif funksional qruplarına malik, fərqli polimerlərlə qarışdırılması nəticəsində alınmış sorbentlər daha qənaətbəxş nəticələrə gətirib çıxarır.

Qeyd olunanlarla əlaqədar, yüksək effektivli penopolimer sorbentləri almaq məqsədi ilə, tərkibində hidrosferdən yalnız ağır metalları deyil, həm də neft məhsullarını sorbsiya edən polyar qrupları olan çoxkomponentli polimer kompozisyon materialların işlənməsi və tədqiqi, dissertasiya işinin məqsədidir.

Qoyulan məqsədin həyata keçirilməsi, bir sıra məsələlərin həllini nəzərdə tutur:

- çoxkomponentli polimer qarışıqları əsasında polimer kompozisiyalarının işlənilməsi, quruluşunun və xassələrinin tədqiqi;
- çoxkomponentli polimer qarışıqları əsasında verilmiş makroquruluşlu penopolimer materialların alınma texnologiyasının öyrənilməsi;
- çoxkomponentli polimer qarışıqları əsasında alınmış penopolimer materialların makroquruluşunun və göstəricilərinin tədqiqi;
- penopolimer sorbentlərin ağır metallara, neftə, neft məhsullarına nəzərən sorbsiya qabiliyyətinin tədqiqi.

**Dissertasiya işinin elmi yeniliyi.** İlk dəfə olaraq: üçkomponentli polimer əsasında yüksək effektivli və universal penopolimer sorbentlərin alınmasına imkan verən, çoxkomponentli polimer kompozisiya materiallarının tərkibinin işlənilməsinə hazırlanmışdır:

-məhdud uyğunlaşan fərqli polyar polimerlər əsasında ekstruziya üsulu ilə polimer qarışıqları alınmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, polimer kompozisiyalarına müxtəlif inqredientlərin daxil edilməsi, onların texnoloji uyğunlaşmasını və uyğun olaraq deformasiya-möhkəmlik xassələrinin əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşmasına imkan yaradır;

-quruluş əmələgətirənin və sürtkü agentinin eyni zamanda istifadə edilməsi polimer qarışığının dağıdıcı gərginliyinin, nisbi uzanmanın, əyilmə və zərbə möhkəmliyinin yaxşılaşmasına gətirib çıxaran sinergetik effektə səbəb olur;

-ekstruziya üsulu ilə mexaniki-kimyəvi sintezin texnoloji parametrlərinin PA+PU+ABS və PVX+BNK+ABS qarışıqlarında komponentlərinin nisbətinin alınmış penopolimer materialların makroquruluşuna və xassələrinə təsiri müəyyən edilmişdir;

-penopolimer sorbentlərin sorbsiya tutumuna tərkibindəki komponentlərinin nisbətinin, mühitin temperaturun, həcmi kütlənin, məsamə və özəklərin diametrinin ağır metalların, neft və neft məhsullarının təsiri aşkar edilmişdir.

**İşin praktiki əhəmiyyəti.** Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində, PA+PU+ABS qarışıqları əsasında, eyni zamanda ağır metalları, nefti və neft məhsullarını sorbsiya etmək qabiliyyətinə malik, universal və yüksək effektivli penopolimer sorbentlər işlənib hazırlanmışdır.

Elestoplastlar (PVX+BNK+ABS) əsasında torpaq səthindən neft və neft məhsullarını sorbsiya edə bilən penopolimer sorbentlər işlənib hazırlanmış və alınmışdır.

İşlənib hazırlanmış penopolimer sorbentlər AMEA-nın Mineral Xammal Kompleks Emalı Üzrə Təcrübə İstehsalatlı Konsruktor Texnoloji Bürosunda sınaqlardan keçirilmiş, onlardan neftin daşmasının lokallaşdırılması və onun ləğv edilməsi proseslərində istifadə edilməsinin perspektivli olması haqqında Ekologiya və Təbii Sərvətlər Hazirliyinin Milli Geologiya Kəşfiyyat Xidmətinin Mineral Xammal Elmi Tədqiqat İnstitutundan müsbət tövsiyələr alınmışdır.

#### **Müdafiyyə çıxarılır:**

- 1.Polyar polimerlər əsasında kompozisiya materialları.
- 2.Polimer kompozisiya materiallarının və onların əsasında alınmış penopolimer materialların əsas fiziki-kimyəvi və fiziki-mexaniki xassələrinin təcrübi yolla tədqiqatlarının nəticələri.
- 3.Üçkomponentli polimer qarışıqları əsasında alınmış penopolimer sorbentlərin sorbsiya xüsusiyyətlərinin tədqiqatlarının nəticələri.

**Müəllifin şəxsi töhfəsi:** Dissertasiya işinin əsas ideyaları, məqsədin və tədqiqat məsələlərinin müəyyən edilməsi, təcrübələrin qoyuluşu və aparılmasında bilavasitə iştirak və alınan nəticələrin müzakirəsi,

dissertasiyanın elmi və praktiki əhəmiyyətinin ifadə edilməsi iddiaçıya məxsusdur.

**Nəşr olunmuş əsərlər.** Dissertasiyanın mövzusu üzrə 25 elmi əsər, o cümlədən, 1 patent, 13 məqalə və 11 məruzə tezisləri nəşr edilmişdir.

**İşin aprobasiyası.** Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıdakı konfranslarda müzakirə olunmuşdur: Материалы VII Международной научно-практической конференции «Ключевые проблемы современной науки» (София, Болгария 2011); XII международная научно-практическая конференция «Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности» (Санкт-Петербург, 2011); Всероссийская конференция «Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды» (Новочебоксарск, 2012); XIV-я Международная научно-практическая конференция «Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности и экономике» (Санкт-Петербург, 2012); Всероссийская конференция «Теоретические и прикладные аспекты химической науки, товарной экспертизы и образования», посвященная 75-летию со дня рождения В.Н.Николаева (Чебоксары, 2013); «Makromolekullar kimyasının fundamental və tətbiqi problemləri konfransı» (Sumqayıt, 2013); Материалы научной конференции, посвященные 105-летию юбилею академика М.Нагиева (Баку, 2013); IX-я Международной научно-практической конференции «Новости научной мысли» (Прага, 2013); Международная научно-практическая конференция «Научная индустрия европейского континента» (Чикаго, 2013).

**Dissertasiyanın həcmi və quruluşu.** Dissertasiya girişdən, beş fəsildən və nəticələrdən, 200 sayda yerli və xarici müəlliflərin əsərlərinə istinad siyahısından ibarətdir. İşin ümumi həcmi 182 səhifədən, o cümlədən, 30 cədvəl və 46 şəkildən ibarətdir.

**Girişdə** mövzunun aktuallığı əsaslandırılmış, onun məqsədi və yeniliyi ifadə edilmiş, tədqiqatın nəticələrinin elmi və praktiki əhəmiyyəti səciyyələndirilmişdir.

**Birinci fəsil** ədəbiyyat icmalındır. Burada polimer qarışıqların işlənməsi və tədqiqi, eləcə də, penopolimer materialların alınma texnologiyası sahəsində elmi işlərin vəziyyəti haqqında geniş material təqdim olunmuşdur. Ətraf mühitin neft daşmalarından çirkənməsi probleminin vəziyyətinin qısa təsviri verilmişdir. Polimer neft sorbentlərinin və su hövzələrinin ağır metallardan təmizlənməsi sorbentlərinin sorbsiya xüsusiyyətlərinin tədqiqatlarının nəticələri də bu fəsildə yer tapmışdır.

**İkinci fəsildə** polimer materiallarının tədqiqat üsulları və polimer sorbentlərin sorbsiya tutumunun qiymətləndirilməsi verilmişdir.

**Üçüncü fəsildə,** əsasən çoxkomponentli polimer qarışıqlarının işlənb hazırlanması üzrə tədqiqatların, eləcə də, onların quruluş və xassələrinin tədqiq nəticələri təqdim olunmuşdur.

**Dördüncü fəsildə** çoxkomponentli polimer qarışıqlarının əsasında penopolimer materialların alınması texnologiyası üzrə tədqiqatların, eləcə də, onların makroquruluşunun və xassələrinin öyrənilməsinin nəticələri əks olunmuşdur.

**Bəşinci fəsildə** penopolimer materialların müxtəlif amillərdən asılı olaraq sorbsiyası qanunauyğunluqlarının öyrənilməsi üzrə kompleks tədqiqatların nəticələri müzakirə olunmuşdur.

Dissertasiya işinin sonunda, nəticələr, istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısı və əlavələr təqdim olunmuşdur.

## **İŞİN ƏSAS MƏZMUNU**

### **POLYAR POLİMERLƏR ƏSASINDA KOMPOZİSİYA**

### **MATERİALLARININ QURULUŞU VƏ XASSƏLƏRİ**

Polimerlərə yeni və təkmilləşdirilmiş xassələr vermək məqsədilə öz təbiətinə görə müxtəlif olan polimer qarışıqları əsasında materialların hazırlanmasına istiqamətləndirilmiş tədqiqatlar xüsusi maraq kəsb etməyə başladı. Bizim nöqtəy-nəzərimizdən ağır metalların sorbsiyası üçün öz tərkibində heteroatomlar, xüsusilə, amin, uretan və nitriltərkibli qruplar olan çoxkomponentli polimer qarışıqları nisbətən perspektivli hesab edilir. Bir polimer kompozisiyasında müxtəlif polyar funksional qrupların mövcudluğu onların fiziki-kimyəvi və fiziki-mexaniki xassələrinin əhəmiyyətli yaxşılaşmasına səbəb olur. Polimer qarışığında komponentlərin nisbətini geniş diapazonda dəyişməklə onların ağır metallara, həmçinin neft və neft məhsullarına qarşı sorbsiya xarakteristikalarını əhəmiyyətli dərəcədə dəyişmək mümkündür. Belə ki, məsələn, poliamid (PA), poliuretan (PU) və akrilonitril-butadien-stirol birgə polimeri (ABS) əsasında polimer kompozisiyala-rından biri ağır metalların sorbsiyası üçün nəzərdə tutulmuş penopolimer sorbentlərin alınması üçün istifadə olunur. Əlavə olaraq bu kompozisiyanın tərkibinə neft bitumunun əlavə edilməsi su səthindən neft və neft məhsulları-nın sorbsiyası üçün hidrofob penopolimer sorbentlərin alınmasına imkan verir. Polivinilxlorid (PVX), butadien-nitril kauçuku (BNK-40) və ABS-birgəpolimeri əsasında elastoplastlar yer səthindən neft və neft məhsullarının sorbsiyası üçün penopolimer sorbentlər almağa imkan verir.

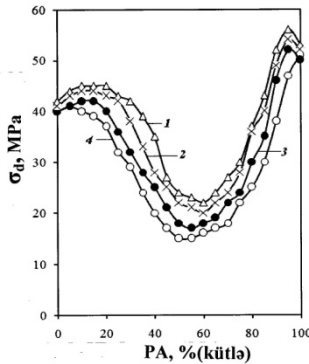
Qarışdırılan polimerlərin texnoloji uyğunluğunu təmin etmək üçün tərəfimizdən müxtəlif quruluş əmələgətiricilərin və digər inqrediyentlərin polimer qarışıqlarının fiziki-mexaniki xassələrinə və uyğunluğuna təsirinə yönəldilmiş tədqiqatlara əsas diqqət yetirilmişdir. Ona görə də, polimer kompozisiyalarının tədqiqi prosesində

hər bir komponentin və onların nisbətinin yekun materialın quruluşu və xassələrinin dəyişməsində rolunun aşkar edilməsinə əsas diqqət yetirilmişdir.

Bizim nöqtəyi-nəzərimizdən ağır metalların sorbsiyası üçün tərkibində heteroatomlar, xüsusilə, oksigen, azot və onların müxtəlif nisbətləri olan çoxkomponentli polimer qarışıqları nisbətən perspektivli hesab edilir. Bununla əlaqədar olaraq, tədqiqat obyektini kimi poliamid (PA), poliuretan (PU) və akrilonitril-butadien-stirol birgəpolimeri (ABS) əsasında polimer qarışığı seçilmişdir. Hazırlanmış materiallar universal hesab edilir, belə ki, ağır metallar, neft və neft məhsullarının eyni zamanda sorbsiyası üçün istifadə oluna bilər.

Bununla yanaşı, torpaq səthindən neftin sorbsiyası üçün nəzərdə tutulmuş sorbentlərin alınması üçün polivinilxlorid (PVX), nitril kauçuku (BNK-40) və ABS əsasında alınmış elastoplastlar nisbətən perspektivli hesab edilir.

Dissertasiyada PA+ABS, PU+ABS, PA+PU və PA+PU+ABS qarışığında komponentlərin nisbəti mərhələli tədqiq edilmişdir. Aparılmış tədqiqatların gedişində müəyyən edilmişdir ki, yuxarıda göstərilən qarışıqların komponentləri bir-birinə qarşı məhdud uyğundur. Həmçinin müəyyən edilmişdir ki, quruluş əmələ gətiricilərin - alizarin və sink stearatın daxil edilməsi baxılan kompozisiyaların xassələrinin əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşmasına səbəb olur. Şəkil 1-də müxtəlif inqrediyentlərin iştirakı ilə PA:PU nisbətindən asılı olaraq



**Şəkil 1.** PA+PU qarışığında inqrediyentlərin və PA-nın qatılığının dağıdıcı gərginliyə təsiri: 1 – PA+PU+0.8% sink stearat+1.0% alizarin; 2 – PA+PU+1.0% alizarin; 3 – PA+PU+0.8% sink stearat; 4 – ilkin PA+PU qarışığı

kompozisiyanın dağıdıcı gərginliyinin ( $\sigma_d$ ) nəticələri göstərilmişdir. Əgər hər hansı əlavə olmadan bu qarışığa baxsaq (əyri 4), onda müəyyən etmək olar ki, 30/70 – 80/20 sahəsində PA:PU nisbətində birmənalı texnoloji uyğunluğun olmamasını göstərən asılılıq əyrisinin  $\sigma_d$  xüsusi “yəhərşəkili” forması əmələ gəlir. Və yalnız PA-nın 80% (küt.)-dən yuxarı qatılığında əsasən qarışıqda PA-nın çoxalması

hesabına  $\sigma_p$  artmağa başlayır. Ehtimal olunur ki, komponentlərin 40/60-70/30 nisbətləri sahəsində faza inversiyası mümkündür, daha doğrusu, PA-nın qatılığının artması ilə onun dispers fazası dispers mühitə çevrilir ki, bu da  $\sigma_d$  -nin kəskin artmasını göstərir.

Baxılan polimer qarışıqlarının texnoloji uyğunluğu barədə daha tam informasiya almaq məqsədilə müxtəlif inqrediyentlərin komponentlərin bütün nisbətləri intervalında onların möhkəmlik xassələrinin dəyişməsi qanunauyğunluqlarına təsirini qiymətləndirmək maraqlı kəsb edir. Belə inqrediyentlər kimi quruluş əmələ gətiricilərdən – alizarin, həmçinin səthi aktiv əlavələrdən – sürtgü agentləri və eyni zamanda quruluş əmələ gətiricilər – sink stearatdan istifadə olunur. Şəkil 1-də əyri 3-ü analiz edərək aşkar etmək olar ki, PA+PU qarışığının tərkibinə 0.8% (küt.) sink stearatın daxil edilməsi dağıdıcı gərginliyin müəyyən miqdarında yaxşılaşmasına səbəb olur. Analoji şəkildə alizarinin bu göstəricinin qiymətinə təsiri tədqiq edilmişdir. Əyri-2-dən görüldüyü kimi (şəkil 1), 1.0% (küt.) alizarinin daxil edilməsi kompozisiyada PA-nın miqdarının 30.0% (küt.) -dək texnoloji uyğunluq sahəsinin genişlənməsinə və uyğun olaraq, bu intervalda onların  $\sigma_d$  -nin 38.0-dən 44.0 MPa-dək dəyişməsinə səbəb olur. Nəhayət, polimer qarışığının tərkibinə eyni zamanda sink stearat və alizarinin daxil edilməsi zamanı komponentlərin nisbətindən bütün intervalında nümunələrin  $\sigma_d$  nisbətən yüksək qiymətini təmin edən xüsusi **sinergetik effekt** meydana çıxır (əyri-1, şəkil 1). Əyri-1-dən aydın olur ki, sink stearat və alizarinin eyni zamanda daxil edilməsi ilə, həmçinin, baxılan polimer qarışıqlarının texnoloji uyğunluq sahəsi genişlənir.

Analoji şəkildə inqrediyentlərin PA+PU polimer qarışıqlarının əyilmə və zərbə möhkəmliyinə təsiri tədqiq edilmişdir.

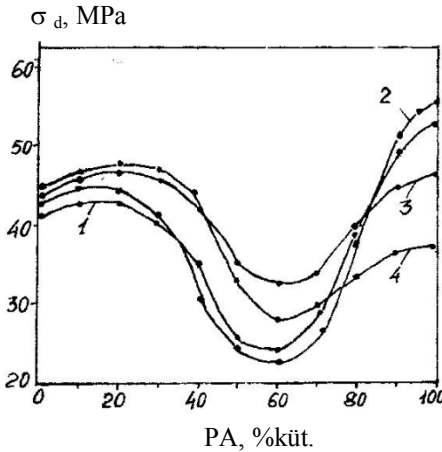
Baxılan inqrediyentlərin nisbi quruluş əmələ gətiricilərin rolunu təsdiq etmək üçün müxtəlif inqrediyentlərin polimer qarışıqlarının İTP, şüşələmə temperaturu və nisbi uzanmasına təsiri tədqiq edilmişdir. Alınmış nəticələr göstərmişdir ki, alizarin və sink stearat təkcə polimer qarışıqlarının texnoloji uyğunluq sahəsinin genişlənməsinə deyil, həmçinin eyni zamanda ərintinin axıcılığı və nisbi uzanmanın yaxşılaşmasına səbəb olur. Sonuncu vəziyyət onunla izah edilir ki, bu inqrediyentlərin daxil edilməsi xırdasferolit quruluşun formalaşmasına gətirib çıxarır ki, bu da yekun nəticədə hər zaman polimer kompozisiyalarının möhkəmlik xarakteristikasının yaxşılaşmasına səbəb olur. Həmçinin müəyyən edilmişdir ki, baxılan inqrediyentlər polimer qarışığı ərintisinin kristallaşma temperaturuna aşkar təsir göstərir. Alizarinin daxil edilməsindən sonra ilkin PA və PU-nun kristallaşma temperaturu, uyğun olaraq, 436-dan 441K-dək və 427-dən 432 K-dək dəyişir, daha doğrusu, temperaturun 5 dərəcə artması müşahidə olunur. Bütün bunlar birmənalı şəkildə onu göstərir ki, alizarin və sink stearat heterogen kristallaşma mərkəzlərinin formalaşmasına səbəb olur, aşkar edilmiş sinergetik effekt sübut edir ki, baxılan inqrediyentlər texnoloji uyğunluğun yaxşılaşmasına səbəb olur və kompozisiyanın xassələri polimer komponentlərin nisbətindən praktiki olaraq asılı olmur.



Müəyyən edilmişdir ki, sink stearat və alizarinin iştirakı zamanı şüşələşmə temperaturunun qiymətlərinin yaxınlaşması müşahidə edilmişdir. Nümunələrin şüşələşmə temperaturunun nəzərə çarpan dərəcədə dəyişməsi inqrediyentlərin eyni vaxtda daxil edilməsi zamanı aşkar edilir. Alınmış nəticələr alizarin və sink stearat iştirakı ilə nümunələrin qarışması və ya texnoloji uyğunluğunun yaxşılaşması barədə fərziyyələrimizi təsdiq edir.

PA+PU qarışıqlarının xassələrinin formalaşmasında ABS-in rolu barədə daha ətraflı informasiya alınması üçün onun qatılığı 5.0-dən 20.0% (küt.)-dək dəyişdirilmişdir. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, PA:PU:ABS polimer qarışığının dağıdıcı gərginliyinin ( $\sigma_d$ ) dəyişməsi qanunauyğunluğu kompozisiyada ABS-birgəpolimerinin qatılığından əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır.

Şəkil 2-dən görüldüyü kimi, ABS-birgəpolimeri olmadıqda, PA:PU=40/60 – 80/20 nisbəti intervalında PA+PU əsasında polimer qarışığı (əyri-1) aşağı  $\sigma_d$

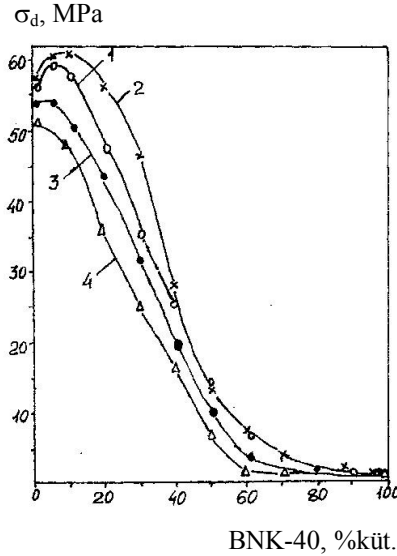


**Şəkil 2.** PA+PU qarışığında PA-nın qatılığının və ABS-sopolimerinin miqdarının kompozisiyanın dağıdıcı gərginliyinə təsiri: 1 – ilkin PA+PU qarışığı; 2 – 5% (küt.) ABS; 3 – 10% (küt.) ABS; 4 – 20% (küt.) ABS.

qiyməti ilə xarakterizə olunur. Qeyd etmək kifayətdir ki, yalnız PA:PU=50:50 nisbətində nümunələrin möhkəmliyi 40.0-dan 25.0 MPa-dək, daha doğrusu, 1.6 dəfə azalır. Güman edilir ki, komponentlərin 40/60 – 80/20 nisbəti sahəsində fəza inversiyası mövcuddur, bu da məlum olduğu kimi, nümunələrin möhkəmlilik qiymətinin kəskin dəyişməsi ilə xarakterizə olunur. Lakin 10% (küt.) ABS-birgəpolimerinin daxil edilməsi tərkibində PA-nın qatılığı 0-80% (küt.) hədlərində dəyişən nümunələrin  $\sigma_d$  artmasına gətirib çıxarır. PA-nın qatılığı 0-dan 40% (küt.)-

dək dəyişən polimer qarışıqlarında nümunələrin  $\sigma_d$  kifayət qədər yüksək həddə qalır və 43-dən 47 MPa-dək hədlərdə dəyişir ki, bu da ilkin PA+PU kompozisiyasına nisbətən xeyli yüksəkdir.

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, yer səthindən neftin yığılması üçün elastoplastik xassələrə malik olan sorbentlər hazırlamaq lazımdır. Bunun üçün tədqiqat obyektini kimi polimer modifikatoru – ABS-sopolimeri və inqrediyentlərin (alizarin, sink stearat) istifadəsi ilə polivinilxlorid (PVX), butadien-nitril kauçuku (BNK) əsasında polimer qarışıqlarından istifadə edilmişdir. Şəkil 3-də verilmiş məlumatların analizi göstərir ki, qarışığın tərkibinə 5.0% (küt.) ABS-



**Şəkil 3.** Polimer kompozisiyalarının (PVX+BNK-40+ABS+inqrediyentlər) dağıdıcı gərginliyinin ( $\sigma_d$ ) BNK-40-ın qatılığından və ABS-birgəpolimerinin müxtəlif miqdarından asılılığı: 1 – 0; 2 – 5.0; 3 – 10.0; 4 – 15.0% küt.

birgəpolimerinin daxil edilməsi ilkin dövrdə qarışıqda kristallik komponentin miqdarı artdıqca PVX:BNK-40 nisbətərində nümunələrin möhkəmliyinin artmasına gətirib çıxarır. Qarışıqda BNK-40-ın tərkibində PVX-nin 40% (küt.) miqdarından aşağı olduğu halda möhkəmlik kəskin azalır (əyri-1). Diqqət yetirmək lazımdır ki, qarışıqda ABS-birgəpolimerinin miqdarı 5.0% (küt.)-dən yuxarı olduqda nümunələrin möhkəmliyi kəskin azalır (şəkil 3, əyri-3 və 4). Baxılan kompozisiyada ABS-birgəpolimer sırasına aid olduğuna görə ayrılıqda BNK-40 və PVX ilə yaxşı qarışır. Ona görə də, qarışıqda ABS-in

nisbətən yüksək qatılığında (10.0-15.0% küt.) PVX-nin moleküllü quruluşu eyni zamanda amorflaşmaya məruz qalır və nəticə olaraq kompozisiyanın möhkəmliyinin əhəmiyyətli dərəcədə azalmasına səbəb olur.

ABS-plastikin qatılığının əyilmə və zərbə möhkəmliyinin dəyişmə qanunauyğunluğuna təsiri öyrənilmişdir. Bütün hallarda kompozisiyada ABS-nin 5% (küt.) qatılığı daha optimal hesab edilir.

Beləliklə, yuxarıda qeyd olunanlar bu nəticəyə gəlməyə imkan verir ki, polimer qarışığı ərintisinə az miqdarda inqrediyentlərin daxil edilməsi müəyyən dərəcədə qarışıq komponentlərinin əlverişli qarşılıqlı dispersləşməsini təmin edir. Sonuncu vəziyyət onların möhkəmlik xarakteristikasının yaxşılaşması ilə müşayiət olunan polimer qarışığı komponentlərinin lazımı texnoloji uyğunluğunu əldə etməyə imkan verir.

## **ÇOXKOMPONENTLİ POLİMER QARIŞIQLARI ƏSASINDA PENOPOLİMER MATERIALLARIN MEXANO-KİMYƏVİ SİNTEZİ VƏ TƏDQIQI**

Penopolimer materialların alınması prosesində onun tərkibində müxtəlif hidrofobizatorların istifadəsi ilə yanaşı, köpükəmələgəlmə prosesi ilə birləşmiş tikilmiş fəza quruluşunun formalaşması prosesi müəyyənedici amil hesab edilir. Polimer kompozisiyasına eyni zamanda inqrediyentlər, tikici agent (dikumil peroksid) və porofor – azodikarbonamid daxil edilir. Tikici agent və poroforun istifadəsi ərintinin özlülüyünün artırılması və polimer kompozisiyasının köpüklənmə prosesinin tənzimlənməsi və dəlik və məsamələrin diametrinin müəyyən qiyməti ilə onda makroquruluşun məqsədyönlü formalaşması üçün lazım gəlir.

Cədvəl 1 və 2-də ekstruziya temperaturu və təzyiqinin PA+PU+ABS qarışığı əsasında alınmış penopolimerdə dəlik və məsamələrin quruluş parametrləri və həcmi kütləsinə təsirinin tədqiqinin nəticələri göstərilmişdir. Penopolimerin qapalıdəlik makroquruluşu parametrləri dedikdə, dəliyin diametri (D, mm), dəlik divarının qalınlığı ( $\delta$ ) və  $1 \text{ sm}^3$ -də dəliklərin sayı (N) nəzərdə tutulur. Yekunda makrostrukturun bütün bu parametrləri penomaterialın həcmi kütləsinin (zahiri sıxlıq) formalaşmasına səbəb olur. Nümunə üçün tədqiqat obyektini kimi 42.5:42.5:15 nisbətində və ilkin monolit qarışığın (köpüklənməmiş nümunə)  $1178 \text{ kq/m}^3$ -ə bərabər olan sıxlığı ilə PU:PA:ABS əsasında polimer qarışığından istifadə edilmişdir.

Cədvəl 1-dən görünür ki, material ekstruder silindrinə təzyiqin on dəfə artması dəliklərin orta diametrinin 3.9 dəfə, dəlik divarlarının qalınlığının isə 1.8 dəfə artması ilə müşayiət olunur. Bununla yanaşı, dəliklərin diametrinin artması ilə həcmi kütlənin 1.8 dəfə və  $1 \text{ sm}^3$ -də dəliklərin sayının 43 dəfə azalması mümkündür.

**Cədvəl 1.** Penopolimer materialın (PU:PA:ABS=42.5:42.5:15) həcmi kütləsi və dəliyin quruluş parametrlərinin ekstruziya təzyiqindən asılılığı. Maksimal temperatur 483 K

Ekstruziya təzyiqi, MPa	Dəliyin orta diametri D, mm	Penopolimerin həcmi kütləsi, $\gamma$ , kq/m <sup>3</sup>	Dəlik divarının qalınlığı, $\delta$ , mm	1 sm <sup>3</sup> -də dəliklərin sayı, N
2.0	0.035	524	$7.6 \times 10^{-3}$	$24.7 \times 10^6$
4.0	0.046	410	$7.4 \times 10^{-3}$	$12.8 \times 10^6$
7.0	0.055	392	$7.9 \times 10^{-3}$	$76.8 \times 10^5$
10.0	0.072	320	$8.0 \times 10^{-3}$	$37.3 \times 10^5$
15.0	0.123	310	$13.2 \times 10^{-3}$	$75.7 \times 10^4$
20.0	0.135	296	$13.6 \times 10^{-3}$	$58.1 \times 10^4$

**Cədvəl 2.** Penopolimer materialın (PU:PA:ABS=42.5:42.5:15) həcmi kütləsi və dəliyin quruluş parametrlərinin ekstruder başlığında maksimal ekstruziya temperaturundan asılılığı. Ekstruziya təzyiqi 10.0 MPa

Maksimal ekstruziya temperaturu T, K	Dəliyin orta diametri D, mm	Penopolimerin həcmi kütləsi, $\gamma$ , kq/m <sup>3</sup>	Dəlik divarının qalınlığı, $\delta$ , mm	1 sm <sup>3</sup> -də dəliklərin sayı, N
473	0.034	434	$5.6 \times 10^{-3}$	$30.6 \times 10^6$
483	0.072	320	$8.0 \times 10^{-3}$	$37.3 \times 10^5$
493	0.102	210	$6.9 \times 10^{-3}$	$14.8 \times 10^5$
503	0.210	120	$7.6 \times 10^{-3}$	$18.5 \times 10^4$

Cədvəl 2-dən görüldüyü kimi, ekstruziya temperaturunun 473-dən 503 K-dək artması ilə penopolimerin həcmi kütləsinin 3.6 dəfə, dəliklərin sayının isə 161 dəfə azalması baş verir. Polimer ərintisində köpük əmələ gəlmə prosesinin xarakterik xüsusiyyəti o hesab edilir ki, temperaturun artması ilə dəliklərin diametri 6 dəfədən çox artır, dəlik divarlarının qalınlığı isə praktiki olaraq eyni səviyyədə qalır. Makroquruluşda ekstruziyanın təzyiq və temperatur rejiminin təsirinin müəyyən edilməsi üzrə tədqiqatların aparılması verilmiş xassələr ilə penopolimer almaq probleminin həllinə bilavasitə yanaşmağa imkan verir.

Beləliklə, ekstruziyanın texnoloji parametrlərinin və penopolimer tərkibində komponentlərin nisbətinin onların həcmi kütləsinin və makroquruluşunun morfoloji parametrlərinin dəyişməsi qanunauyğunluqlarına təsiri aşkar edilmişdir. Alınmış nəticələr əvvəlcədən verilmiş struktur xüsusiyyətləri və xassələri ilə penopolimer materialları alınmasına imkan verir.

## **PENOPOLİMER SORBENTLƏRİN SORBSİYA XÜSUSİYYƏTLƏRİ**

PU, PA və ABS-birgəpolimeri makromolekullarında ilkin komponentlərin kimyəvi təbiəti və nisbətindən asılı olaraq xeyli miqdarda uretan qrupları ilə yanaşı

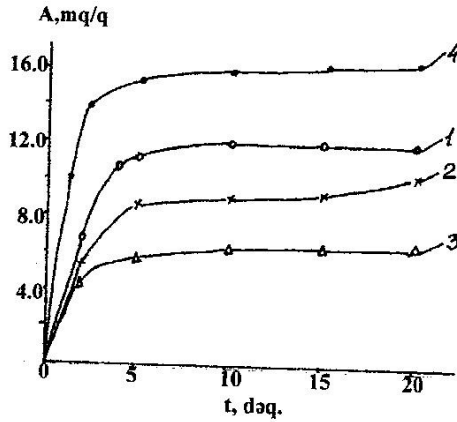
digər funksional qruplar da mövcuddur: sadə efir – O -, mürəkkəb efir – C(O)-O-, amid – C(O)-NH-, karbamid NH<sub>2</sub>-C(O)-NH<sub>2</sub>, həmçinin alifatik – CH<sub>2</sub>- və CH-qruplar. PU, PA və ABS əsasında penopolimer sorbent membran quruluşlu dəlik və məsamədən ibarətdir ki, bu da onu polyar və qeyri-polyar birləşmələrin effektiv sorbsiyası üçün istifadə etməyə imkan verir. Məsamə və dəlik sisteminin mövcudluğu sorbatın onun daha dərin yerləşmiş sahələrində diffuziya imkanlarını təmin edir. Ağır metalların sorbsiyası üçün penopolimer sorbentlərin nə dərəcədə effektiv olmasını göstərmək üçün cədvəl 3-də göstərilən tədqiqat nəticələrinə diqqət yetirək.

**Cədvəl 3.** Penopolimer sorbentlərin fiziki-kimyəvi və analitik xarakteristikası və 298 K-də Cu<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup> sorbsiyası. Sorbentin həcmi kütləsi 200-300 kq/m<sup>3</sup>. Vaxt 20 dəq.

No	Sorbentin tərkibi	Sorbat, Me <sup>2+</sup>	pH	Me <sup>2+</sup> -ə görə sorbsiya tutumu, mq/q
1	PA+50%PU	Cu <sup>2+</sup> Co <sup>2+</sup> Ni <sup>2+</sup>	3.5-4.5 4.0-4.5 4.0-5.0	4.2 4.5 4.8
2	(PA+50%PU)+10%ABS	Cu <sup>2+</sup> Co <sup>2+</sup> Ni <sup>2+</sup>	3.5-4.5 3.5-4.5 4.5-5.0	5.3 4.9 5.5
3	Modifikasiya edilmiş (PA+50%PU)+10%ABS	Cu <sup>2+</sup> Co <sup>2+</sup> Ni <sup>2+</sup>	3.0-4.5 3.5-4.0 3.5-4.5	12.6 13.3 11.2

Cədvəldə Cu<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup> və Ni<sup>2+</sup> kimi ağır metalların ionları əsasında sorbatlar nəzərdən keçirilmişdir. Cədvəl 3-də göstərilən nəticələri analiz edərək aşkar etmək olar ki, PA+PU+ABS əsasında penopolimer sorbentlər nisbətən yüksək sorbsiya xarakteristikasına malikdir. Bu cədvəldən göründüyü kimi, 2M HCl məhlulu mühitində natrium nitrit (NaNO<sub>2</sub>) ilə modifikasiya edilmiş penopolimer sorbenti (PA+PU+ABS) ağır metallar üzrə sorbsiya tutumunun xeyli artmasına (2-2.5 dəfə) səbəb olur. PA və PU tərkibində son amin qrupunun mövcudluğu onların molekulyar quruluşlar ilə modifikasiyasına perspektiv imkanlar açır. İQ-spektral analiz nəticələrinə əsasən, natrium nitritin xlorid turşulu sulu məhlulunda diazonium kationu əmələ gəlir ki, bu da məlum olduğu kimi, ağır metal ionlarına qarşı yüksək aktivlik ilə xarakterizə olunur. Ağır metal ionlarının qatılığı hazırlanmış kalibrəlmə formulunun istifadəsilə UB-spektral analiz ilə müəyyən edilmişdir. Diazonium duzlarının ağır metal duzlarına qarşı kifayət qədər yüksək aktivliyə malik olduğunu zənn edərək, PA+PU+ABS əsasında alınmış modifikasiya edilmiş penopolimer sorbentlərin sorbsiya xassələri öyrənilmişdir. Su mühitinin temperaturunun PA+PU+ABS əsasında alınmış kimyəvi modifikasiya

edilmiş penopolimer sorbentlərin sorbsiya tutumuna təsirinin tədqiqatı nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, modifikasiya edilmiş sorbentdə mis ionlarının sorbsiyası prosesi bütün PU:PA nisbətləri intervalında böyük effektivliklə baş verir. Mövcud halda sorbsiya prosesi PU:PA=70:30-50:50 nisbətləri intervalında sorbentlərdə nisbətən effektiv baş verir. Su mühitinin temperaturunun 298-dən 318 K-ə qədər artması ilə sorbsiya sürətinin və sorbsiya tutumunun artması müşayət olunur. Şəkil 4-ə əsasən tədqiqat obyektini kimi müxtəlif həcmi kütlə və uyğun dəlik diametri ilə PU+PA+ABS qarışığı əsasında penopolimer sorbentlərdən istifadə edilmişdir.



**Şəkil 4.** Müxtəlif həcmi kütlə ilə (PA+50% küt.PU)+10% küt. ABS əsasında kimyəvi modifikasiya edilmiş penopolimer sorbenti ilə  $\text{Cu}^{2+}$ -nin sorbsiyasının kinetik qanunauyğunluqları: 1 – 200-300 kq/m<sup>3</sup>; 2 – 50-70 kq/m<sup>3</sup>; 3 – 500-600 kq/m<sup>3</sup>; 4 – 200-300 kq/m<sup>3</sup> həcmi kütlə ilə kimyəvi modifikasiya edilmiş sorbent. Su mühitinin temperaturu 318 K.

Mövcud halda 50-70, 200-300 və 500-600 kq/m<sup>3</sup> həcm kütləsi və uyğun olaraq dəliyin diametri 0.9-1.1 0.1-0.2 və 0.01-0.02 mm-ə bərabər olan 3 tip sorbentdən istifadə edilmişdir. Bundan başqa, 200-300 kq/m<sup>3</sup> həcm kütləsi olan modifikasiya edilmiş sorbentdən istifadə edilmişdir. Bu şəkildəki əyriləri müqayisə edərkən görmək olar ki, həcm kütləsi 200-300 kq/m<sup>3</sup> ilə sorbentlər nisbətən yaxşı sorbsiya xassəsinə malikdirlər.

Cədvəl 4-də üçkomponentli penopolimer sorbentinin neft və neft məhsullarına görə sorbsiya tutumuna təsirinin tədqiqatının nəticələri göstərilmişdir. Aşkar edilmişdir ki, penopolimer sorbentin tərkibində ABS-birgəpolimerinin qatılığının 15% (küt.)-dək artması ilə neft və neft məhsullarına görə sorbsiya tutumu qanunauyğun şəkildə artır. Bu zaman sorbsiyanın bir maraqlı xüsusiyyəti də müəyyən edilmişdir. Beləki, həcmi kütləsi 25-55 kq/m<sup>3</sup> olan penopolimer sorbentlərdə neftin sorbsiyası prosesi maksimumdan keçir. Kompozisiya materialında ABS-birgəpolimerinin miqdarı

15% (küt.) olan sorbentlərdə maksimal sorbsiya qiyməti təyin edilmişdir. Analoji asılılıq 150-250 kq/m<sup>3</sup> həcm kütləli sorbentlərdə neft yağlarının, həmçinin 300-400 kq/m<sup>3</sup> həcm kütləli sorbentlərdə dizel yanacağı, kerosin və avtomobil benzininin sorbsiyası prosesində də müəyyən edilmişdir.

**Cədvəl 4.** PA+PU qarışığı əsasında penopolimer sorbentlərin tərkibində ABS-sopolimerinin miqdarının, sorbatın həcm kütləsi və tipinin onların sorbsiya tutumuna təsiri. Sorbsiya müddəti 3 saat. Temperatur 298 K

Sorbataın adı	Həcmi kütlə, kq/m <sup>3</sup>	Penopolimer sorbentin tərkibində qarışıq komponentlərin nisbəti, % küt.				
		47.5PU+ 47.5PU+ 10ABS	45PU+ 45PA+ 10ABS	42.5PU+ 42.5PA+ 15.0ABS	40PU+ 40PA+ 20ABS	50PU+ 50PA
Neft	25-55	23.2	25.8	27.4	24.4	20.0
	150-250	8.2	8.5	9.8	8.1	7.0
	300-400	4.3	5.2	5.2	5.0	3.7
Sənaye yağı	25-55	6.3	7.9	8.5	7.2	5.6
	150-250	12.5	15.7	16.5	13.4	11.5
	300-400	7.5	9.0	9.5	7.3	6.6
Transformator yağı	25-55	6.5	8.1	8.3	7.4	5.5
	150-250	13.0	14.5	15.1	12.8	10.2
	300-400	9.4	10.2	10.5	9.5	7.0
Kompresor yağı	25-55	6.1	8.2	8.6	7.3	6.0
	150-250	12.9	14.8	16.0	13.2	9.7
	300-400	8.8	11.3	11.8	9.5	6.8
Dizel yanacağı	25-55	4.5	5.8	6.2	6.0	4.1
	150-250	7.4	9.6	10.3	8.2	7.2
	300-400	12.8	15.5	16.6	13.5	12.4
Kerosin	25-55	4.0	4.3	4.5	4.5	3.5
	150-250	9.6	10.0	10.5	10.5	8.2
	300-400	13.5	16.0	16.4	12.7	12.0
Avtomobil benzini Aİ-92	25-55	2.5	2.5	2.5	2.7	2.8
	150-250	5.4	5.5	5.4	5.5	4.7
	300-400	8.9	10.0	10.7	9.2	8.5

Beləliklə, aparılmış tədqiqatlar nəticəsində təsdiq olunmuşdur ki, PA+PU+ABS çoxkomponentli polimer qarışığı ağır metallar, həmçinin neft və neft məhsullarının sorbsiyasını selektiv həyata keçirməyə imkan verən universal penopolimer sorbentlər almaq üçün perspektivli polimer kompozitlərdir.

Çoxfaktorlu eksperimentin planlaşdırılması nəticəsində neftin sorbsiya prosesinin reqressiya tənliyi hesablanmışdır:

$$Y=33.462+0.017 X_1- 0.00267 X_2+0.04X_3-0.00024 X_1X_2+0.00031 X_1X_3-$$

$$0.00042 X_2 X_3 - 0.0000027 X_1 X_2 X_3$$

Y – neftin sorbsiya tutumu, kq/kq;  $X_1$  – sorbentin həcm kütləsi, kq/m<sup>3</sup>;  $X_2$  – temperatur, K;  $X_3$  – suyun üzərində neft layın qalınlığı, mm.

## NƏTİCƏLƏR

1. PA+ABS və PU+ABS əsasında binar polimer qarışıqları işlənib hazırlanmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, PA və PU-nun tərkibinə, kütlə qatılığı 3-5% olan əlavənin (ABS-sopolimeri) daxil edilməsi, dağıcı və əyilmə möhkəmliyinin 5-11% -ə qədər dəyişməsi baş verir.
2. Müəyyən edilmişdir ki, sink stearatın 0.5% daxil edilməsi PA+ABS və PU+ABS binar polimer qarışıqlarının möhkəmlik xassələrinin artmasına imkan verir. Sink stearata görə ən yüksək həssaslığı tərkibində PA-nın miqdarının çox olduğu polimer qarışıqları nümunələri göstərilir. Belə ki, məsələn, ilkin PA-nın möhkəmliyi 56.0-dan 60.0 MPa qiymətinə çatdığı halda, ABS-birgəpolimerinin möhkəmliyi əhəmiyyətli dərəcədə dəyişmir.
3. Quruluş əmələgətirənlərin xassələrə təsiri PA+PU polimer qarışıqları nümunələrində də öyrənilmişdir. Alizarinin və sink stearatın 1.0% kütlə daxil edilməsi, kompozisiyada PA-nın miqdarının texnoloji uyğunluq sahəsi 20 dən 30%-ə genişlənməsinə və uyğun olaraq, dağıcı gərginliyin 38 dən 44.0 MPa-ya dəyişməsinə, əyilmə möhkəmliyinin 47-56 MPa səviyyəsində saxlanılmasına və zərbə möhkəmliyinin 4.0-dən 15kJ/m<sup>2</sup>-ə qədər artmasına səbəb olur. Bu zaman polimer qarışıqların nisbi uzanmasının əhəmiyyətli dərəcədə, 4-6 dəfə yaxşılaşması müşahidə edilmişdir.
4. Polimer qarışıqların analizində müasir fiziki-kimyəvi üsullardan istifadə edilməsi (DSK-analiz, İK-spektroskopiya, UB-spektroskopiya, derivatoqrafiya, dilatometriya, optik və elektron mikroskopiya), onların quruluş əmələgətirənlərin iştirakı ilə moleküllü quruluşlarının möhkəmlənməsi mexanizmini, izah etməyə imkan verdi.
5. ABS-birgəpolimerinin 5-20% kütlə miqdarında PA+PU polimer qarışığına daxil edilməsinin möhkəmlik xarakteristikalarının müəyyən dərəcədə artmasına səbəb olur. PA:PU nisbətlərinin daha



geniş intervalında, ABS-sopolimerinin 10% kütlə miqdarı daha optimaldır.

6. PVX+BNK+ABS-birgəpolimeri əsasında polimer qarışıqları işlənmiş hazırlanmış və tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, göstərilən qarışıqda nitril kauçukunun miqdarı 35-40% kütlə qatılığında olan halda alınan elastoplastlar rezin xassələrinə malikdirlər və termoplastlar kimi emal olunan olunurlar.
7. Yuxarıda qeyd olunmuş polimer qarışıqları əsasında, penopolimer sorbentlərin alınma texnologiyası işlənib hazırlanmışdır. Temperaturun 453-dən 503K-ya, ekstruziya təzyiqinin 2.0 dan 20.0 MPa-ya qədər dəyişdirilməsi ilə, PA+PU+ABS və PVX+BNK-40+ABS qarışıqları əsasında alınmış penopolimer sorbentlərin makroquruluşunda özək və məsamələrin diametrlərini 0.019 dan 1.130 mm-ə qədər, vahid həcmdə özlərin sayının  $1.6 \times 10^3$ -dən  $17.0 \times 10^7$ -yə qədər, özəyin divarının qalınlığını 1.1 mk-dan 23.0 mk-ya qədər geniş intervallarda dəyişmək imkanı vardır.
8. Təzyiq altında tökmədə temperatur rejiminin (443-503K) PA+PU+ABS əsasında alınmış penopolimer materialların möhkəmlilik xarakteristikalarına təsiri müəyyən edilmişdir. Bu zaman, temperaturun artması ilə dağıdıcı gərginlik 3.7-dən 1.5 MPa-ya, əyilmə möhkəmliyi 14.0-dan 2.4 MPa-ya, zərbə möhkəmliyi 3.5-dən 0.7 kJ/m<sup>2</sup>-yə, sıxılma möhkəmliyinin həddi 6.6-dan 1.5 MPa-ya qədər azalır.
9. PA+PU+ABS penopolimer materiallarının xlorid turşusunun 2M məhlulunda natrium nitritlə (NaNO<sub>2</sub>) kimyəvi modifikasiya olunması nəticəsində, ağır metallara görə (Cu<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>) yüksək sorbsiya tutumuna malik olan, diazokation sorbentləri yaradılmışdır. Sorbentlərdə UB-spektral analiz üsulu ilə metal ionlarının qatılığını müəyyən etmək üçün kalibrleyici formullar işlənib hazırlanmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, modifikasiya olunmuş sorbentlərin Cu<sup>+2</sup> üzrə maksimal sorbsiya tutumu 16mq/q təşkil edir.
10. Neftə və neft məhsullarına, neft yağlarına, dizel yanacağı, ağ neft və benzinə görə sorbsiya tutumunun maksimal qiymətləri, uyğun olaraq həcmi kütləsi 25-55 kq/m<sup>3</sup>, 150-250 kq/m<sup>3</sup>, 300-400 kq/m<sup>3</sup> olan sorbentlərdə müəyyən edilmişdir. PVX+SKN+ABS əsasında alınmış penopolimer sorbentlərin sorbsiya tutumunun maksimal qiymətləri, torpaq səthində olan neftə görə 25 kq/kq, neft yağlarına

görə 18.0 kq/kq, dizel yanacağına görə 9.0 kq/kq təşkil etmişdir. Sorbsiya prosesinin material balansı və texniki-iqtisadi hesabatları verilmişdir.

Dissertasiyanın əsas nəticələri aşağıdakı əsərlərdə dərc olunmuşdur:

- 1. Кахраманов Н.Т., Гаджиева Р.Ш., Кахраманлы Ю.Н.** Использование пеноматериалов для очистки водной поверхности от тяжелых металлов./ XII международная научно-практическая конференция "Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности", Санкт-Петербург, 8-10 декабря 2011г. Т.1. с.282-284.
- 2. Кахраманов Н.Т., Гаджиева Р.Ш.** Гидрофильные сорбенты для сорбции тяжелых металлов./ Всероссийская конференция «Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды». г. Новочебоксарск. ЧГУ им. И.Н. Ульянова. 25-26 октября 2012г. с.56.
- 3. Кахраманов Н.Т., Гаджиева Р.Ш., Кахраманлы Ю.Н.** Перспективные возможности использования пенополимерных сорбентов для очистки водной поверхности от нефти и нефтепродуктов./ Материалы VII Международной научно-практической конференции «Ключевые проблемы современной науки – 2011». 17-25 мая 2011г. т.20. С. 34-36. София. Болгария.
- 4. Кахраманов Н.Т., Гаджиева Р.Ш.** Сорбционные свойства пенополимерных сорбентов на основе смесей полиамида с полиуретаном./ Сборник. XIV-й Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности и экономике», Санкт-Петербург, 2012, 4-5 декабря. т.2.с.256-258.
- 5. Кахраманов Н.Т., Гаджиева Р.Ш.** Пенополимерные сорбенты для очистки грунтовой поверхности от нефти и нефтепродуктов. /Всероссийская конференция «Современные проблемы химической науки и образования», Россия. г. Чебоксары. 2012г.,т.1, 19-20 апреля С.270-272.
- 6. Кахраманов Н.Т., Гаджиева Р.Ш., Гулиев А.М.** Полимерные смеси на основе полиамида и полиуретана. / "Makromolekullar

kimyasının fundamental və tədqiqi problemləri konfransı”, Sumqait, 2013, s.152-153.

**7. Кахраманов Н.Т., Гаджиева Р.В., Гулиев А.М.** Свойства композиционных материалов на основе полукристаллического полимера и АБС./ Всероссийская конференция «Теоретические и прикладные аспекты химической науки, товарной экспертизы и образования», посвященная 75-летию со дня рождения В.Н.Николаева. **г.Чебоксары**, 25-26 апреля 2013, с.99.

**8. Кахраманов Н.Т., Гаджиева Р.В., Агагусейнова М.М., Гулиев А.М.** Состояние проблемы сорбционной очистки тяжелых металлов из водной среды.// Вода: Химия и Экология, **Москва**, 2013, №6, с.40-52.

**9. Гаджиева Р.Ш., Кахраманов Н.Т., Гулиев А.М.** Прочностные свойства полимерных смесей на основе полукристаллического полимера и АБС-пластика.// Известия ВГУЗов, АГНА, 2013, №3(85), с.40-46.

**10. Кахраманов Н.Т., Гаджиева Р.Ш., Агагусейнова М.М.** Проблемные вопросы сорбции углеводов и тяжелых металлов полимерными сорбентами./Материалы научной конференции, посвященные 105-летию юбилею академика М.Нагиева. Баку, 5 ноября 2013г., т.2, с.130-132.

**11. Кахраманов Н.Т., Гаджиева Р.Ш., Гулиев А.М., Кахраманлы Ю.Н.** Влияние различных ингредиентов на свойства полимерных смесей на основе полиамида и полиуретана.// Пластические массы. **Москва**, 2013, №12, с.9-13.

**12. Кахраманов Н.Т., Гаджиева Р.Ш., Гулиев А.М.** Термоэластопласты на основе ПВХ и СКН./ Сборник. IX-международной научно-практической конференции, «Новости научной мысли-2013», **Прага**, 05 ноябрь 2013г., с.63-65.

**13. Кахраманов Н.Т., Гаджиева Р.Ш., Гулиев А.М.** Проблемы и решения технологической совместимости полимерных смесей на основе полиамида, полиуретана и АБС-сополимера.// Азербайдж. химич. журн. 2013, №4, с.80-86.

**14. Кахраманов Н.Т., Гаджиева Р.Ш., Гулиев А.М.** Деформационно-прочностные свойства эластопластов на основе поливинилхлорида и бутадиен-нитрильного каучука. // ”Elmi məsələlər” Milli Aviasiya akademiyası, 2013, №4, s.77-82.

**15. Kakhramanov N.T., Gadzhieva R.Sh., Guliev A.M.** Structure and properties of the polymer mixture on the basis of polyamid and

polyurethane. // Global science and Innovation “Materials of the I international Scientific conference, **Chicago, USA**, Vol.2, December 17-18<sup>th</sup>, 2013, p.111-114.

**16. Гаджиева Р.Ш., Кахраманов Н.Т., Гулиев А.М.** Механо-химический синтез и исследование полимерных композиций с пространственной структурой. // Известия ВТУЗов, 2014, №1, (89), с.23-29.

**17. Кахраманов Н.Т., Гаджиева Р.Ш., Гулиев А.М.** Сорбционные особенности пенополимерных сорбентов на основе полиамида, полиуретана и АБС-пластика.// Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. **Москва**, 2014, №1, с.47-53

**18. Qəhrəmanov N.T., Nəsiyeva R.Ş., Quliyev A.M.** Çoxkomponentli polimer qarışıqlarının alınma və tədqiqi problemlərinin vəziyyəti haqqında icmal.// «Elmi məcmuələr», Milli Aviasiya akademiyası, 2014, №1, s.33-40.

**19. Кахраманов Н.Т., Гаджиева Р.Ш., Гулиев А.М.** Макроструктура и свойства пенополимерных материалов на основе поливинилхлорида, нитрильного каучука и АБС-сополимера. //Азербайдж. химич. журнал. 2014, №1, с.63-69.

**20. Кахраманов Н.Т., Гаджиева Р.Ш., Гулиев А.М.** Сорбция тяжелых металлов многокомпонентными пенополимерными сорбентами.// Вода: химия и экология. **Москва**, 2014, №5, с.76-81.

**21. Кахраманов Н.Т., Гаджиева Р.Ш.** Сорбционные особенности пенополимерных сорбентов, полученных на основе смеси поливинилхлорида, нитрильного каучука и АБС-сополимера. // Вода: химия и экология. **Москва**, 2014, №8, с.68-74.

**22. Кахраманов Н.Т., Гаджиева Р.Ш., Мамедова Н.А., Гасанова А.А.** Совместимость и свойства композиционных материалов на основе разнополярных полимеров./ Тезисы докладов Республиканской научно-практической конференции, посвященной 100-летию академика С.Д. Мехтиева, **Баку**, 2014, т.1. с.135-137.

**23. Kakhramanov N.T., Hadjiyeva R.Sh., Gahramanly J.N.** Mechanochemical synthesis of new types of foamed polymeric materials with predetermined macrostructure and properties on basis of multicomponent polymeric blends.//«Elmi məcmuələr», Milli Aviasiya Akademiyası, 2014, №2, s. 33-39.

**24. Qəhrəmanov N.T., Nəsiyeva P.Ş., Qəhrəmanlı Y.N.** Polimer qarışıqlarının fiziki-mexaniki xassələri./ Tezis. Azərbaycan respublikası

Təhsil Nazirliyi Sumqayıt Dövlət Universiteti. Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Polimer Materialları İnstitutu “Monomerlər və polimerlər kimyasının müasir problemləri” 3-cü Respublika Konfransı. **Sumqayıt**, 2015 il, s.145-147.

**25. Qəhrəmanov N.T., Hacıyeva R.Ş.** Suyun və torpağın səthindən neft və neft məhsullarının təmizlənməsi üçün sorbent./**Azərb. Patenti** a 2011 0170, 01.11. 2011-il, C02F 101/30.

*Dissertasiya işinə daimi diqqət və dəyərli məsləhətlərinə görə müəllif elmi rəhbərlərinə öz dərin minnətdarlığını bildirir.*

**Механо-химический синтез и исследование вспененных сорбентов на основе амин, уретан и нитрилсодержащих полимерных композиций**

**Р е ф е р а т**

В диссертационной работе впервые для получения пенополимерных сорбентов в качестве полимерной основы использовали различные составы многокомпонентных полимерных композиций. В качестве объекта исследования использовали 2 комплекта полимерных композиций на основе полиамида (ПА), полиуретана (ПУ) и акрилонитрил-бутадиен-стирольного пластика (АБС), а также, поливинилхлорида (ПВХ), бутадиен-нитрильного каучука (СКН) и АБС. Композиции на основе (ПА+ПУ+АБС) использовали для разработки пенополимерных сорбентов, предназначенных для сорбции тяжелых металлов и нефти с водной поверхности. Композиции на основе (ПВХ+СКН+АБС) в основном предназначались для целевого использования в процессе сорбции нефти и нефтепродуктов с грунтовой поверхности. Естественно, что для получения композиционных материалов на основе вышеуказанных полимерных смесей необходимо было провести комплекс исследований, прежде всего, по улучшению их технологической совместимости. Для этого, в данной работе впервые было проведено исследование по улучшению совместимости полимеров с использованием различных типов структурообразователей. Для идентификации надмолекулярной структуры полимерных смесей и макроструктуры полученных пенополимеров и проведения сорбции были применены современные физико-химические методы анализа: ИК-спектроскопия, ДСК-анализ, УФ-спектроскопия, дериватография, оптическая и электронная микроскопия и т.д. Основная идея заключалась в том, чтобы в процессе смешения ПА и ПУ и дальнейшего охлаждения и кристаллизации из расплава, структурообразователи способствовали бы формированию мелкосферолитных надмолекулярных образований. В этом случае, формирование мелких разнородных кристаллических образований в смеси обеспечивало их равномерное перераспределение в полимерной массе и в целом улучшение технологической совместимости компонентов смеси. На основе многокомпонентных полимерных смесей разработана технология получения пенополимерных сорбентов с заданными макроструктурой и свойствами. Установлено, что сорбенты, полученные на их основе, отличаются высокой эффективностью сорбции ионов тяжелых металлов ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ), нефти и нефтепродуктов.

## **Reyhan Shahmardan gizi Hacıyeva**

Mechano-chemical synthesis and investigation of foam-polymer sorbents on the basis of amine, urethane and nitrile-containing polymer compositions

### **ABSTRACT**

In dissertation work for the first time for preparation of the foam-polymer sorbents as polymer base there were used the various compositions of multicomponent polymer compositions. As an object of investigation there were used 2 sets of the polymer compositions on the basis of polyamide (PA), polyurethane (PU) and acrylonitrile-butadiene-styrene plastics (ABS), and also, polyvinyl chloride (PVC), butadiene-nitrile rubber (SBR and ABS). The compositions on the basis of PA+PU+ABS were used for development of the foam-polymer sorbents intended for sorption of heavy metals and oil with aqueous surface. The compositions on the basis of PVC+SBR+ABS were basically intended for purposeful use in the sorption process of the oil and oil-products with ground surface. It is natural that for preparation of the composition materials on the basis of above-mentioned polymer mixtures it should be necessary to carry out the complex of investigations, first of all, on improvement of their technological compatibility. For this, in this work it has been firstly carried out the investigation on improvement of polymers compatibility with use of various types of the structure-forming agents. For identification of permolecular structure of the polymer mixtures and macrostructure of the prepared foam-polymers and carrying out of sorption there have been applied the modern physical-chemical methods of analysis: IR-spectroscopy, DSC-analysis, UV-spectroscopy, derivatography, optical and electronic microscopy, etc. The main idea was that in the process of mixing of PA and PU and further cooling and crystallization from melt, the structure-forming agents should be favored forming the fine-spherulitic permolecular formations. In this case, the forming the fine diverse crystalline formations in the mixture provided their uniform redistribution in polymer mass and on the whole an improvement of technological compatibility of the mixture components. On the basis of multicomponent polymer mixtures there has been developed the technology of preparation of the foam-polymer sorbents with given macrostructure and properties. It has been established that the sorbents prepared on their basis are differed with high efficiency of ion sorption of heavy ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ), oil and oil-products.

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА**  
**ИНСТИТУТ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

---

*На правах рукописи*

**РЕЙХАН ШАХМАРДАН ГЫЗЫ ГАДЖИЕВА**

**МЕХАНО-ХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ  
ВСПЕНЕННЫХ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ  
КОМПОЗИЦИЙ, СОДЕРЖАЩИХ АМИН, УРЕТАН И  
НИТРИЛЬНЫЕ ГРУППЫ**

Специальность: 2304.01 “Химия макромолекул”

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

Диссертации на соискание ученой степени  
доктора философии по химии

**Сумгайыт – 2016**