

UOT 541(64+515):547.39

**ARIL TƏRKİBLİ DOYMAMIŞ KARBONİL BİRLƏŞMƏLƏRİN POLİMERLƏŞMƏSİ
VƏ METİL-2-XLORAKRİLAT, QLİSİDİLMETAKRİLAT, L-(-)-
MENTİL(MET)AKRİLAT VƏ METAKRİL TURŞUSU İLƏ SOPOLİMERLƏŞMƏSİ****O.B.Abdıyev¹, E.H.Məmmədbəyli²**¹AMEA Polimer Materialları İnstitutu

AZ 5004 Sumqayıt şəh., S.Vurğun küç., 124, e-mail: ipoma@science.az

²AMEA Y.H.Məmmədaliyev adına Neft-kimya Prosesləri İnstitutu

AZ 1025 Bakı, Xocalı pr., 30; e-mail: ipoma@science.az

Doymamış karbonil birləşmələrinin (karbonil tərkibli aril(met)akrilatların) radikal polimerləşmələri aparılmış, polimerləşmələrin sürətləri, sürət sabitləri, aktivləşmə enerjiləri tapılmışdır. Onların qiymətlərinin əvəzedicilərin elektron xarakterləri, monomerlərdəki yerləri və monomer molekullarının quruluşlarının spesifik xüsusiyyətlərindən asılılı olduqları aşkar edilmişdir, – belə ümumi nəticələr alınmışdır ki, benzol həlqəsində olan karbonil qrupu həlqənin 2-vəziyyətində yerləşsə, həmin metakrilatların polimerləşmə sürətləri onların 4-vəziyyətində yerləşən izomerlərinin sürətlərinə nisbətən az olur. Həmçinin həmin monomerlərin metakrilat törəmələrinin polimerləşmə sürətləri uyğun akrilat törəmələrinin polimerləşmə sürətlərindən azdır. Habelə, karbonil əvəzedicili doymamış karbonil birləşmələrinin (formil-, yaxud asetil- əvəzedicili aril(met)akrilatların) müxtəlif monomerlərlə, –metil-2-xlorakrilat, qlisidilmetakrilat, L-(-)-mentil(met)akrilat və metakril turşusu ilə sopolimerləşmə sürətlərinin, sopolimerləşmə sabitlərinin təyin edilmiş qiymətlərinin əvəzedicilərin elektron xarakterindən, yerlərindən, monomerlərin quruluşlarının spesifik xarakterlərindən və həlledicinin növlərindən (qismən) asılılıq xüsusiyyətləri öyrənilmişdir. Doymamış karbonil birləşmələrinin digər növünün, C=C ikiqat rabitəsinin hər iki tərəfində əvəzediciləri olan 1-(2-furil)-1-buten-3-onun və 1-fenil-3-(4-oksifenil)-3-propen-1-onun anion polimerləşmələrinin miqrasyon mexanizm üzrə getməsi aşkar edilmişdir. Sopolimerləşmələrin bəzilərində optiki aktiv sopolimerlər alınmışdır.

Açar sözləri: polimerləşmə, sopolimerləşmə, optiki aktiv sopolimerlər, kinetika.

Elm və texnikanın müasir inkişaf səviyyəsi və sürəti yüksək istismar göstəricilərinə malik xassələr kompleksli xüsusi təyinatlı polimer materiallarının yaradılmasını tələb edir. Belə polimerləri dərman maddələrini enantiomerlərinə ayırmaq qabiliyyətinə malik adsorbentlər, zərbəyə, sürtünməyə davamlı üzvi şüşələr, fotostabilizasiya qabiliyyətli materiallar, elektroməzədlər və s. hazırlanmasında istifadə edilə bilən funksional qruplu aromatik tərkibli (met)akril sopolimerlərdən geniş istifadə etməklə əldə etmək olur. Ələlxüsüs tərkibində karbonil və feniloksi qrupları olan monomerlərdən alınan (so)polimerlər yuxarıdakı qeyd edilən tələblərə cavab verə bilər. Çünki, sopolimerlər eyni zamanda həm karbonil və həm aromatik nüvəyə malikdirlər. Müvafiq polimeranaloji çevrilmələrini aparmaqla onlardan istənilən fiziki-mexaniki və kimyəvi

xassəli polimerlər almaq mümkündür. Bütün bunlar isə (so)polimerlərin alındıqları sopolimerləşmə reaksiyalarının kinetikalarından və (so)polimerləşmə kəmiyyətləri arasında aşkar edilən asılılıqlarından uyğun təcrübi və nəzəri nəticələr çıxarılmasını tələb edir. Bunun üçün reaksiyada istifadə edilən monomerlərin quruluş xüsusiyyətlərini öyrənmək vacibdir. Çünki, prosesin kinetikasi və kəmiyyətlər arasında olan asılılıqları əsasən həmin keyfiyyətlər müəyyən edir. Məqalədə (so)polimerləşmələri haqqında bəhs edilən aril tərkibli doymamış karbonil birləşmələri bir-sıra maraqlı spesifik xüsusiyyətlərə malikdirlər: bu birləşmələrin bir qisminə, – karbonil qrupları aromatik nüvədə bir-birlərinə nisbətən müxtəlif yerlərdə (2 və ya 4-vəziyyətlərdə) yerləşmişlər. Onlarda karbonil-, fenil-, oksigen körpüsü, karbonil- və vinil qrupu hesabına qoşulma sistemi mövcuddur.

Digər karbonil tərkibli monomerlərdə, -1-(2-furil)-1-buten-3-on (FB) furil-, vinil-, karbonil-qrupları arasında və 1-fenil-3-(4-oksifenil-3-propen-1-onda (FOPO) isə fenil-, vinil-, karbonil-, oksifenil qrupları arasında qoşulma sistemləri var. Həmin sistemlərin hər birinin özünə məxsus xarakterik xüsusiyyətləri var və odur ki, (so)polimerləşmə kəmiyyətlərinə təsirləri müxtəlifdir. Habelə monomerin vinil qrupunda metil qrupunun olub olmaması da sopolimerləşmə qabiliyyətlərinə təsir edir.

Digər tərəfdən belə monomerlərin əksəriyyəti uyğun spirtlərlə metakrilolxlorid (MAX) və ya akrilolxloridin (AX) qarşılıqlı təsirlərindən sintez edilir. Reaksiyada ayrılan HCl-in tutucusu olaraq 3-lü aminlər [1-3] və

ya qələvilər işlədilir [4], - birinci halda tətbiq edilənlər toksik təsirlidir, ikinci halda tətbiq edilən tutucular isə aqressivdirlər və az davamlı monomerlərin sintezində tətbiqi arzu edilməzdir. Odur ki, bu cür sintezdə bu nöqsanları olmayan yeni üsuldan istifadə edilmişdir [5-9].

Bütün yuxarıda qeyd edilənləri nəzərə almaqla məqalədə şərh edilən tədqiqatın əsas məqsədi aromatik tərkibli doymamış karbonil birləşmələrinin polimerləşmələrini və bir sıra monomerlərlə sopolimerləşmələrini aparıb monomerlərin quruluşları ilə (so)polimerləşmə kəmiyyətləri arasındakı asılılıqları aşkara çıxarmaqdır.

TƏCRÜBİ HİSSƏ

(So)polimerləşmələr təmiz quru azot mühitində, dioksanda, 70 və ya 80°S-də ampula üsulu ilə aparılmışdır. İnisiator kimi istifadə edilən BP-nin qatılığı 0.95-10⁻³mol/l götürülmüşdür. (So)polimerləşmələrdə məqsəddən və götürülən monomerlərin spesifik

xüsusiyyətlərindən asılı olaraq tətbiq edilən usullar haqqında həmin (so)polimerləşmələrin təhlilində yeri gəldikcə məlumat veriləcəkdir. Alınan (so)polimer və monomerlərin quruluşları İQ, ¹H NMR, UB yolu ilə öyrənilmişdir [10-26].

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN TƏHLİLİ

Məqalənin giriş hissəsində ortaya qoyulan və təcrübi əhəmiyyətli problemləri tədqiq edərək lazımı elmi nəticələr almaq üçün yuxarıda adları çəkilən doymamış karbonil birləşmələrinin radikal polimerləşməsi aparılmışdır.

Ümumiyyətlə, hal-hazırda aril tərkibli doymamış karbonil birləşmələrinin aşkara çıxarılmalı ən mühüm problemlərdən biri polimerləşdirilən monomerlərin benzol nüvəsində yerləşən əvəzedicilərinin yerlərinin və həmçinin əvəzedicilərin akril fraqmentindəki ikiqat əlaqəyə təsirlərinin monomerlərin quruluşlarından asılılıq xarakterlərinin və s. digər vacib problemlərinin aşkara çıxarılıb əldə edilənlərdən uyğun nəzəri və təcrübi nəticələr çıxarılmasıdır. Çünki, baxmayaraq ki, müasir polimerlər kimyasının kinetika hissəsində mühüm qanunauyğunluqlar kəşf edilmişdir, lakin onlar polimerləşmə zamanı əldə edilən kəmiyyətlər arasındakı

asılılıqları yalnız müəyyən qədər izah edir, tam dəqiq izah edə bilmir. Məsələn, onlar həlledici tətbiq edildikdə radikaldan əvvəlki əvəzedicilərin reaksiyaların kinetik göstəricilərinə təsirini kifayət qədər dəqiq aydınlaşdırma bilmir [27]. Bu cür qeyri-müəyyənlikləri daha dəqiq izah edən kinetik qanunauyğunluqları əldə etmək üçün polimerləşmələrin həmin sahəsi üzrə geniş tədqiqatlar aparılmalıdır ki, onların əsasında yuxarıda şərh edilən çatışmamazlıqları aradan qaldıran nəzəriyyə əldə edilsin. Doymamış karbonil tərkibli birləşmələrin polimerləşmələrinin yuxarıda bəhs edilən sahəsinə həsr edilmiş kinetikasının öyrənilməsi həmin problemlərin həll edilməsinə müəyyən kömək edə bilər və odur ki, nəzəri və təcrübi əhəmiyyət kəsb edir.

Polimerləşmələri aparmaq üçün başlanğıc monomer olaraq 4-asetilfenilmetakrilat (4-AFMA), 2-asetilfenilmetakrilat, (2-AFMA), 4-asetilfenilakrilat (4-AFA), 2-asetilfenilakrilat (2-AFA), 4-formilfenilmetakrilat (4-FFMA), 2-formilfenilmetakrilat

(2-AFMA), 4-formilfenilakrilat (4-FFA) və 2-formilfenilakrilatlardan (2-FFA) istifadə edilmişdir. Reaksiya stasionar şəraitdə BP iştirakilə dioksanda aparılmışdır. Alınan nəticələrdən istifadə edərək polimerləşmələrin sürətləri, sürət sabitləri, aktivləşmə enerjiləri (cədvəl 1) və prosesin tabe olduqları tənlik

aşkar edilmişdir. Göstərilmişdir ki, bütün hallarda reaksiyanın sürətləri monomerin qatılıqlarından xətti asılıdır və $v = k[M] \cdot [I]^{0.5}$ tənliyinə tabedir, burada: k – sürət sabiti, $[M]$ – monomerlərin, $[I]$ – inisiatorun mol/l-lə qatılıqlarıdır.

Cədvəl 1. Monomerlərin qatılıqlarının 2 mol/l, inisiatorun qatılığının $0.95 \cdot 10^{-3}$ mol/l, temperaturun 70°S olduğu şəraitdə 4(2)-formilfenil(met)akrilat (4(2)-FF(M)A) və 4(2)-asetilfenil(met)-akrilatların (4(2)-AF(M)A) polimerləşmələrinin kinetik kəmiyyətlərinin qiymətləri.

Sıra №	Kəmiyyətlər	Monomerlər							
		4-FFMA	2-FFMA	4-FFA	2-FFA	4-AFMA	2-AFMA	4-AFA	2-AFA
1	$v \cdot 10^4$, mol/l·san	0.97	0.66	1.95	1.94	1.22	0.67	1.41	1.38
2	$k \cdot 10^4$, L/mol·san	15.94	10.73	31.45	30.36	19.83	10.14	22.46	22.1
3	E, kC/mol	73.74	88.17	54.97	52.8	69.13	81.44	49.82	52.4

Həmcinin cədvəldə göstərilənlərdən aşkar edilmişdir ki, polimerləşmələrin sürətləri monomerlərdəki fenil qrupunda olan karbonil tərkibli əvəzedicilərin yerlərindən də asılıdır. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, bu sahədə tədqiqat aparan alimlərin bir qismi [28, 29] göstərir ki, sürətə təsir əvəzedicilər benzol həlqəsinin eyni zamanda 2- və 6- vəziyyətində yerləşdiyi halda mümkündür. Digərləri isə sürətə təsir üçün əvəzedicilərin benzol həlqəsinin yalnız bir (2- yaxud 6-) vəziyyətində olmaları kifayət edir [30-32]. İndiyədək bu istiqamətdə əldə edilən nəticələr bir-birlərinin əksinə olub və həll olunması vacib olan problemlərdən biridir. 4(2)-FF(M)A [21] və 4(2)-AF(M)A-ların [24] polimerləşmələrindən alınan nəticələr həmin problemin həll edilməsinə gətirib çıxarmışdır. Göstərilmişdir ki, proses eyni şəraitdə aparılmasına baxmayaraq 2-FFMA və 2-AFMA-ların polimerləşmə sürətləri onların uyğun 4-əvəzli izomerlərinə nisbətən aşağı sürətə malikdirlər (cədvəl 1) və buna səbəb 2-vəziyyətində yerləşən formil- və ya asetil əvəzedicinin reaksiya zamanı makroradikalın monomerin akril fraqmentindəki C=C ikiqat rabitəsinə yaxınlaşmasına mane olan ekranlaşdırıcı təsir göstərmələridir. Bunun əksinə olaraq 2(4)-FFA və 2(4)-AFA-ların polimerləşmələrində həmin təsir olmadığı üçün 2- və 4-FFA, habelə 2- və 4-AFA izomerlərinin polimerləşmə sürətləri arasında da elə bir fərq olmur. Bu fakt akril fraqmentində metil qrupunun olmaması səbəbindən 2-vəziyyətində yerləşən formil- və

ya asetil qruplarının makroradikalın ikiqat rabitəyə yaxınlaşmasına mane olan ekranlaşdırıcı təsirlərinin kifayət qədər effektiv olmaması ilə izah olunmuşdur.

Qeyd etmək lazımdır ki, 2(4)-FFMA və 2(4)-AFMA-ların kütlədə polimerləşmələri zamanı "orto" effekt prosesdə "gel" effektin meydana gəldiyi vaxtdan müəyyən müddət sonra müəhdə 2-AFMA (və ya 2-FFMA) miqdarının 4-AFMA(və ya 4-FFMA) miqdarına nisbətən yüksək olması səbəbindən (gel effektinin yarandığı dövrdən əvvəlki dövrdə daha az sərf olunduqları üçün) qismən aradan qalxır [18] və 2-fenilmetakrilat izomerlərinin sürətləri uyğun 4-fenilmetakrilat izomerlərinə yaxın olur.

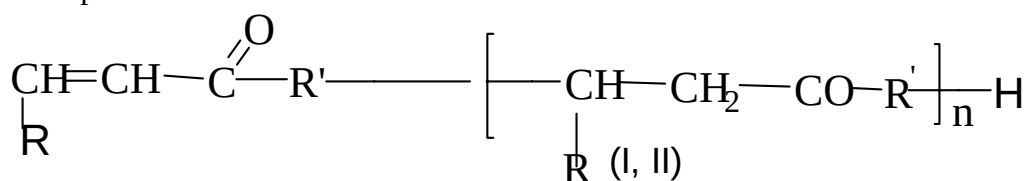
Müəyyən edilmişdir ki, 4(2)-AFMA və 4(2)-FFMA-ların C=C qrupunda metil qrupunun olması onların polimerləşmə sürətlərinin uyğun akrilatların polimerləşmə sürətlərindən aşağı olmasına imkan yaradır [21, 24]. Buna səbəb odur ki, metakrilatlardakı metil qrupunun +I induksiya və +M mezomer effektlərinin təsirlərilə metakril fraqmentindəki C=C-nin polyarlığı (və reaksiya qabiliyyəti) azalır və 4(2)-AFMA və 4(2)-FFMA-ların polimerləşmə sürətləri uyğun 4(2)-AFA və 4(2)-FFA-larındakından aşağı, aktivləşmə enerjilərinin qiymətləri isə tərsinə, yuxarı olur. Həmin nəticə 4-FF(M)A-ların təmiz termiki (inisiatorsuz) polimerləşmələrində də (reaksiya [34, 33] üsulu ilə aparılmışdır) müşahidə olunur. Müəyyən edilmişdir ki, [35] 4-FFMA-nın polimerləş-

məsinin aktivləşmə enerjisi 80.53 kC/mol, 4-FFA-ninki isə 70.27 kC/moludur.

Tədqiqat zamanı həmçinin aril tərkibli doymamış karbonil birləşmələrinin bir növü olan arilmetakrilatların polimerləşmələri tədqiq olunduğu kimi həmin doymamış karbonil birləşmələrin digər növü olan (karbonil qrupu karboksil qrupu tərkibində olmayan) FB və FOPO-nun polimerləşmələri tədqiq olunmuşdur.

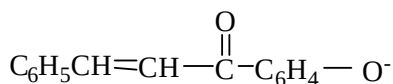
Prosesdə əsas zəncirində karbonil qrupu olan polimerlər alınır ki, onun vasitəsilə əsas zəncirə birbaşa bitişik olan müxtəlif funksional qrupları asanlıqla daxil etmək mümkün olur və lazımi xassəli polimer materialları əldə etmək

olur. Digər tərəfdən qeyd edilən monomerlərin polimerləşmə qabiliyyətlərinə əvəzedicilərin necə təsir etməsini müəyyən etmək xüsusilə əhəmiyyətlidir. Lakin bu cür monomerlərin radikal polimerləşmələri ya çox cüzi çıxımla başa gəlir, ya da getmir [35]. Ona görə də bizim tərəfimizdən proses anion polimerləşmə üzrə aparıldı [11, 12, 19, 23]. Alınan polimerlərin quruluşları İQ, PMR, UV spektrlə müəyyən edildi. Aşkar edildi ki, polimerləşmə nə göstərilən vinil əlaqəsi C=C üzrə, nə də 1, 4-üzrə gedir, miqrasiyon polimerləşmə istiqamətində baş tutur və aşağıdakı polimer alınır:



burada $\text{R} = \text{C}_5\text{H}_4\text{O}$, $\text{R}' = -\text{CH}_2-$ (I), $\text{R} = \text{C}_6\text{H}_5-$, $\text{R}' = -\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-$ (II)

Müəyyən edilmişdir ki, reaksiya zamanı FB-dən alınan anionun $\text{C}_5\text{H}_4\text{O}-\text{CH}=\text{CH}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_2^-$ sabitliyinin FOPO-dan əmələ gələn



anionunun sabitliyindən az olması səbəbindən eyni şəraitdə aparılan polimerləşmələrində (reaksiyalar 20°C-də monomerin 15 mol/l qatılığında 48 saat müddətində aparılmışdır.) FB-nin polimerləşmə qabiliyyəti FOPO-nunkundan yüksəkdir. Polimerlərin çıxımı birinci halda 65% [12], ikinci halda isə 50.1% [23].

Burada qeyd edilənlər və ədəbiyyat mənbələrinin [11, 19] təhlili göstərir ki, akril tipli doymamış karbonil birləşmələri ilə arilvinilketon tipli karbonil birləşmələrinin homopolimerləşmələrində bir sıra ümumi cəhətlər (polimerləşmə qabiliyyətlərinin monomerlərin quruluşlarından, tərkiblərindən, reaksiyanın şəraitindən və s. asılı olduğu cəhətlər) olduğu kimi fərqli cəhətlər də var. Məsələn, akril tipli monomerlər miqrasiyon polimerləşmələrə girmirlər, ya da çox çətinliklə girirlər. Arilvinilketonlar isə belə

polimerləşmələrə girirlər. Hər ikisinin polimerləşmə qabiliyyətləri monomerlərdə olan əvəzedicilərin elektron quruluşları ilə yanaşı və monomerlərdə qoşulma sisteminin olmasından asılı olduğu müəyyən edilmişdir.

Yuxarıda qeyd olunan problemlər (arilmetakrilatların quruluşları, molekulun kimyəvi tərkibinin xarakterindən bir sıra mühüm (so)polimerləşmə kəmiyyətlərinin asılılığı) aril(met)akrilatların başqa monomerlərlə sopolimerləşmələrində özünü onların homopolimerləşmələrindəkinə nisbətən daha qabarıq şəkildə biruzə verir. Buna belə polimerlərin məqalənin əvvəlində qeyd edilən mühüm tətbiq sahələrinə yararlı olmaları, həmçinin sopolimerləşmələrdə homopolimerləşmədəkilərə nisbətən daha çox bu cür keyfiyyətə malik polimer çeşidlərinin əldə edilə bilməsi faktını əlavə etsək görürük ki, aril tərkibli metakrilatların başqa monomerlərlə sopolimerləşmələrinin hər iki növ somonomerin quruluş və xassələrindən asılı olaraq tədqiq edilməsi çox mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Məqalədə 4- və ya 2-formilfenil - metakrilatların və 4(2)-asetilfenil(met)-akrilatların qlisidil metakrilat (QMA), metil-2-xlorakrilat(M-2-XA), metakril turşusu (MAT)

L-(-)-mentilmetakrilat L-(-)- MtMA və L-(-)-mentilakrilatla (L-(-)-MtA) sopolimerləşmələri tədqiq edilmişdir.

Sopolimerləşmələr məqsəddən asılı olaraq aşağıdakı üsullarla aparılmışdır:

Sopolimerləşmə sabitləri təyin edilən üsullarda təcrübələr 80°S-də, dioksanda 7-12% çıxım alınanaqədər, təmiz quru azot mühitində, monomerlərin müxtəlif mol nisbətlərində, cəm qatılıqlarının 2.5 mol/l, BP-nin monomerlərin molyar miqdarları cəminin 0.09 mol % miqdarında ağzı bağlı ampulalarda aparılmışdır.

Alınan sopolimer məhlulları 3 dəfə metanolda çökdürməklə təmizlənilərək vakuumda qurudulmuşdur.

Nisbi reaksiya qabiliyyətlərinə həlledicilərin təsirini öyrənmək üçün 4(2)-AFMA və 4(2)-FFMA-ların metakril turşusu ilə polimerləşmələri benzol, benzol-dimetilformamid qarışığında 60°S-də aparılmışdır. Burada çökdürücü olaraq CCl₄ tətbiq edilmişdir. Qalan şərait və təmizləmə əməliyyatları yuxarıda yazılanlarla eynidir.

2(4) – AF(M)A-so-QMA sopolimerinin İQ-spektrində aşağıdakı siqnallar aşkar edilmişdir:

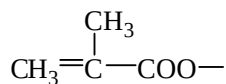
(v, sm⁻¹): 1730 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}-\text{O}- \end{array}$ qrupundakı C=O) 1575-1590, 3040-3050 (arom), 1370 (CH₃),

830, 920, 1245-1254 ($\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{O} \end{array}$);

¹H NMR spektr (CDCl₃, δ_H, m·h): 7.1-7.9 (-C₆H₄-); 2.7(CH₃-C=O); 0.54-1.2 (-C-CH₂-, C-CH₃); 2.71-2.84 ($\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{C}- \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{O} \end{array}$); 2.95-3.12

($\begin{array}{c} \diagup \text{C}-\text{CH}- \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{O} \end{array}$), 3.52-3.61 (-O-CH₂).

Spektrlərdən göründüyü kimi sopolimerləşmə hər iki monomerin

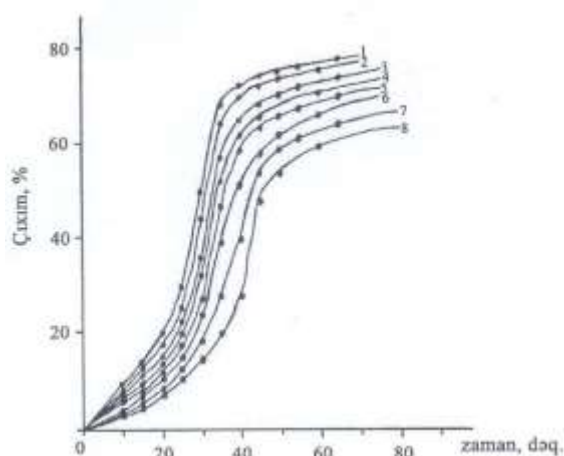


qrupundakı C=C ikiqat əlaqəsinin qırılması ilə gedir. Digər sopolimerlərin spektrləri də, onların quruluşlarını təsdiq edir. Həmçinin spektropolyarimetrik üsulla müəyyən edilmişdir ki, L-(-)-MtMA-la aparılan

sopolimerləşmələrdən əldə edilən sopolimerlərin hamısı optiki fəallığa malikdirlər, bu da onların [20,26] quruluşlarını bir daha sübut edir.

Monomerlərin quruluşlarının onların reaksiyaya girmə qabiliyyətlərinə necə təsir etmələrini müəyyən etmək üçün reaksiyalarda götürülmüş aromatik (met)-akrilatların sopolimerləşdirildikləri bir sıra funksional tərkibli metakrilat törəmələri ilə müxtəlif nisbətlərdə olan qarışıqları götürülmüşdür. Onların sopolimerləşmələrindən alınan çıxımlarının zamandan asılılıq ayrılması qurulmuşdur. Aşağıda nümunə üçün FFMA və AFMA-ların QMA ilə sopolimerləşmələrinin kinetik ayrılması verilmişdir (şəkil 1).

Şəkil 1-dən göründüyü kimi reaksiya qarışıqlarında FFMA və AFMA-ların miqdarları artıq olduqca sopolimerləşmələrin sürətləri həmin qarışıqda miqdarları az olan monomerlərə nisbətən yüksək olur. Bu fakt həmin molekularda vinil və aromatik qrupun π elektronları hesabına qoşulma sisteminin olması ilə izah edilmişdir [25]. Göstərilmişdir ki, həmin qoşulma sistemi vasitəsilə benzol həlqəsinə bitişik qüvvətli elektroakseptorluğa malik olan karbonil qrupu vinil qrupunun π elektronlarını müəyyən qədər öz tərəfinə çəkməklə onun polyarlığını artırır. Bu da həmin əlaqənin polyarlığının QMA-dakı metakril fraqmentinin C=C əlaqəsinin polyarlığına nisbətən artıq olmasına səbəb olur. Çünki, tərkibcə QMA-nı AFMA və FFMA-dan fərqləndirən yeganə əvəzedici olan qlisidil qrupunun tərkibində elə güclü akseptor qrup, (həm də onun elektron təsirini vinil qrupuna ötürə bilən qoşulma sistemi) yoxdur ki, vinil qrupunun polyarlığını artırma bilsin. Bu səbəbdən də AFMA (və ya FFMA) QMA-ya nisbətən daha yüksək radikal polimerləşmə qabiliyyətinə malikdir və QMA-AFMA (və ya FFMA) qarışığında onların miqdarlarının artması ilə həmin sopolimerləşmələrin sürətləri artır. Digər tərəfdən şəkil 1-dən aşkar edilmişdir ki, oxşar səbəbə görə 4(2)-AFMA və 4(2)-FFMA-ların L-(-)-MtMA-la sopolimerləşmələrindən də eyni nəticə alınır.



Şəkil 1. Sopolimerlərin çıxımının QMA-nın 4(2)-FFMA(1,2), 2(2)-FFMA(3,4), 4(2)-AFMA(5,6) və 2(2)-AFMA(7,8) ilə 80°C-də kütlədə sopolimerləşmələri müddətlərindən asılılıqları, 4(2)-FFMA və 4(2)-AFMA monomerlərin başlanğıc qarışıqdakı miqdarları, mol., % 20(1, 3, 5, 7) və 10(2, 4, 6, 8).

Cədvəl 2. 4(2)-AFMA, 4(2)-FFMA-ların $[M_1]$ QMA, M-2-XA $[M_2]$ və 4(2)-AFMA-ların $[M_1]$ L-(-)-MtMA-la $[M_2]$ sopolimerləşmələri.

M_1	M_2	r_1	r_2	$r_1 r_2$
1	2	3	4	5
4-FFMA	QMA	1.2	0.91	1.09
2-FFMA		1.03	0.87	0.9
4-AFMA		1.09	0.82	0.89
2-AFMA		0.83	0.71	0.59
4-FFMA	M-2-XA	0.89	1.20	1.07
2-FFMA		0.65	1.36	0.88
4-AFMA		0.82	1.31	1.07
2-AFMA		0.54	1.46	0.79
4-FFMA	L-(-)-MtMA	1.12	0.41	0.46
2-FFMA		0.96	0.46	0.41
4-AFMA		1.20	0.75	0.90
2-AFMA		0.90	0.86	0.77
4-AFA		1.11	0.79	0.88
2-AFA		0.91	0.74	0.67

Cədvəldən göründüyü kimi 4(2)-FFMA, 4(2)-AFMA-ların QMA və L-(-)-MtMA-la sopolimerləşmələrində arilmetakrilatların nisbi aktivlikləri QMA və L-(-)-MtMA-ların nisbi aktivliklərindən yüksəkdir. Buna səbəb asetil və formil qruplarının vinil qrupunun π elektronlarının bir hissəsini özünə tərəf çəkərək polyarlılığını artırmasıdır. QMA və L-(-)-MtMA-da isə belə akseptor qruplar yoxdur. Odur ki, $r_1 > r_2$ -dir. Bu səbəbdən də sopolimer arilmetakrilat monomerləri ilə QMA və L-(-)-

Şəkil 1-dən görünür ki, 4(2)-FFMA-QMA sopolimerləşmələrinin sürətləri uyğun 4(2)-AFMA-QMA sopolimerləşmələrinin sürətlərindən yüksəkdir. Onların quruluşlarının elektron quruluşu nöqtəyi-nəzərindən təhlili göstərir ki, buna səbəb AFMA-dakı CH_3CO -qrupunun FFMA-nın $-\text{CHO}$ qrupuna nisbətən akseptorluğunun az olmasıdır. Həmin səbəbə görə FFMA-nın vinil qrupundakı $\text{C}=\text{C}$ polyarlılığı həm də sürəti AFMA-ninkindən çoxdur.

Sopolimerləşmələrdə iştirak edən monomerlərin quruluşlarının sopolimerləşmə sabitlərinin qiymətlərinə təsirlərini öyrənmək üçün 4(2)-AFMA və 4(2)-FFMA-ların QMA, M-2-XA və MtMA-la sopolimerləşmə sabitlərinin qiymətləri təyin edilmişdir. Alınan sopolimerləşmə sabitlərinin, qiymətləri cədvəl 2-də verilmişdir.

MtMA-a nisbətən daha zəngindir. Bunun əksinə olaraq aşkar edilmişdir ki, həmin arilmetakrilatların M-2-XA ilə sopolimerləşmələrdə nisbi aktivlikləri M-2-XA-nın nisbi aktivliklərindən azdır. Çünki, M-2-XA-nın $\text{C}=\text{C}$ ikiqat əlaqəsində yüksək induksiya effektinə malik xlor atomu var.

4(2)-AFMA və 4(2)-FFMA-ların eyni monomerlərlə sopolimerləşmələrindən (məsələn QMA, L-(-)-MtMA, M-2-XA-larla) alınan nisbi aktivliklərinin qiymətlərinin müqayisəsi

göstərir ki, 4-AFMA və 4-FFMA-ların sopolimerləşmə sabitləri 2-AFMA və 2-FFMA-larından yüksəkdir. Müəyyən edilmişdir ki, faktın meydana çıxmasının səbəbi 2-asetilfenil (və ya formilfenil) fraqmentinin benzol həlqəsinin 2-vəziyyətində yerləşən asetil (və ya formil) qrupunun yaxınlaşan makroradikala ekranlaşdırıcı təsir etməsidir.

2-AFA-L(-)-MtMA, 2-FFMA-L(-)-MtMA, 2-AFMA-QMA, sopolimerləşmələrində $r_1 < 1$, $r_2 < 1$ olduğundan azeotrop nöqtə mövcuddur. Qalan hallarda isə $r_1 > 1$ və ya $r_2 > 1$ olduğundan belə nöqtə yoxdur. Həmçinin 2-AFMA-QMA, 4-AFMA-M-2-XA, 4-FFMA-M-2-XA sopolimerləşmələrindən başqa qalan sopolimerləşmələrdə növbələşməyə meyillilik var ($r_1 \cdot r_2 < 1$).

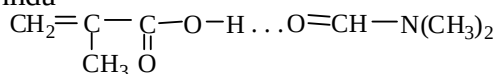
4(2)AFMA və 4(2)-FFMA-ları metakril turşusunun qlisid və mentil efirləri ilə sopolimerləşmələrindən alınan nəticələr ilə (r_1 , r_2 -nin qiymətlərini əvəzedicilərin elektron təbiətindən, yerlərindən, quruluşlarından asılılıq xüsusiyyətləri haqqında çıxarılan nəticələr) həmin arilmetakrilatların metakril turşusunun (MAT) özü ilə aparılan sopolimerləşmələrindən alınan nəticələr ilə təxminən üst-üstə düşür [25,26,17].

Proses qeyri-polyar (benzolda) və polyar (benzol-DMFA) mühitdə aparılmaqla həlledicinin təbiətinin sopolimerləşmə sabitlərinin qiymətlərinə təsiri də öyrənilmişdir (cədvəl 3). Cədvəldən məlum olur ki, r_1 -in benzol-DMFA mühitində aparılan təcrübələrdən alınan qiymətləri benzolda eyni şəraitdə aparılan təcrübələrdən alınan qiymətlərindən yüksək, r_2 -nin qiymətləri isə tərsinə, aşağıdır.

Cədvəl 3. 4(2)-AFMA, 4(2)-FFMA-ların(M_1) benzolda və DMFA-benzol qarışığında (həcmcə 3:1 nisbətində) MAT-la (M_2) sopolimerləşmə sabitlərinin qiymətləri.

M_1	M_2	Benzolda sopolimerləşmə		DMFA-benzol qarışığında sopolimerləşmə	
		r_1	r_2	r_1	r_2
4-AFMA	MAT	0.85	0.43	1.39	0.21
2-AFMA		0.59	0.41	1.2	0.18
4-FFMA		0.87	0.42	1.73	0.2
2-FFMA		0.64	0.44	1.55	0.22

Bununla da göstərilmişdir ki, həlledici mühit adı çəkilən sopolimerləşmələrdə r_1 və r_2 -nin qiymətlərinə təsir edir. Səbəbi isə DMFA-benzol qarışığında MAT-la DMFA arasında



kompleksinin yaranması ehtimalı ilə izah olunur. Benzol mühitində isə belə kompleks yaranmır, MAT dimer halında olur. Həmin kompleksin sopolimerləşmə qabiliyyəti turşu dimerininkindən aşağı olduğuna görə r_2 -nin DMFA-benzol qarışığında alınan qiymətləri benzolda alınan qiymətlərindən azdır.

4(2)-AFMA-so-L(-)-MtMA və 4(2)-FFMA-so-L(-)-MtMA alınan sopolimerlər arasında xüsusi yer tutur. Çünki, onlar çox qiymətli xassəyə - optiki aktivlik xassəsinə ($[\alpha]_{546}^{25}$) malikdirlər. Beləki, optiki aktiv sopolimerlərin bir sıra dərman maddələrini enantiomerlərinə ayırmaq qabiliyyəti çox yüksək olur [36,37].

Göstərilmişdir ki, [38], 4(2)-FFMA-L(-)-MtMA sopolimerləşmələrini dioksan, xloroform aseton və dixlorektan həlledicilərində 4(2)-FFMA-ların başlanğıc qarışıqlarında payı 50 mol%, BP-nin miqdarı 0.09 mol% və temperaturun 80°S olduğu şəraitdə sopolimerləşmələrindən alınan 2-FFMA-so-L(-)-MtMA sopolimerinin optiki aktivliyi $[\alpha]_D^{20}$ (C 8, CHCl₃) 55.1-56.9; 4-FFMA-so-L(-)-MtMA-da isə (-57.3)-(-57.8°) intervalına dəyişir.

L(-)-MtMA-in 4-AFMA, 2-AFMA, 4-AFA, 2-AFA-nın ilkin qarışıqlardakı 39.6, 40.66, 36.58, 35.5 mol% miqdarları ilə sopolimerləşmələrini apardıqda alınan sopolimerlərin $[\alpha]_D^{25}$ -ün (9, CHCl₃) qiymətləri uyğun olaraq (-32.9)-(-33.7), (-35.4)-(-36.4), (-31.2)-(-32.8), (-33.1)-(-33.9) həddində olur.

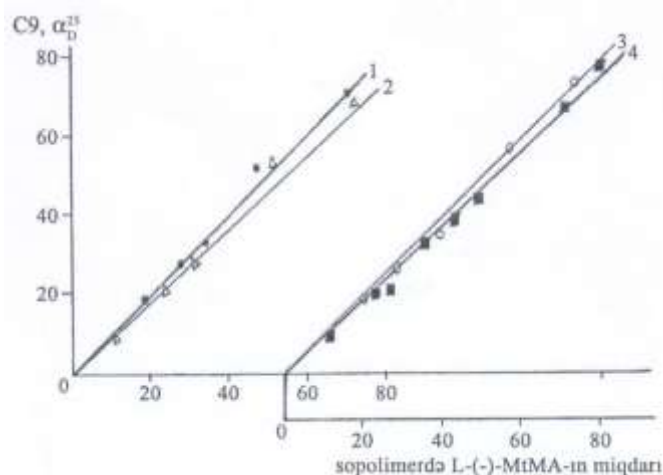
L(-)-MtMA-ın həmin arilmetakrilatların həmin miqdarları ilə reaksiyalarını, dioksanda, 20, 40, 60, 80°S-də apardıqda $[\alpha]_D^{25}$ -in (C 9,

CHCl_3) uyğun qiymətləri 33.1-34.6, (-35.4)-(-36.4), 31.4-32.5, 33.4-33.9 həddində dəyişir.

Buna səbəb belə sopolimerləşmələrdə tətbiq olunan həlledicilərin növlərinin və temperaturun qiymətlərinin sopolimerləşmə sabitlərinin qiymətlərinə təsirlərinin olmamasıdır. Bu halda alınan sopolimerlərin hamısında L-(-)-MtMA- eyni miqdar payı olur. O da sopolimerin optiki aktivliyini müəyyən edən əsas kəmiyyət olduğu üçün müxtəlif

temperaturalarda və həmçinin həlledicilərdə alınan sopolimerlərin $[\alpha]_D^{25}$ -lərinin qiymətləri təxminən dəyişməz qalır.

Habelə L-(-)-MtMA-la 4(2)-AF(M)A-ların sopolimerlərinin optiki aktivliklərinin qiymətlərinin onların tərkiblərindən asılılıq xarakteri öyrənilmişdir. Bu məqsədlə optiki aktivliyin həmin miqdarından asılılıq ayrıləri qurulmuşdur (şəkil 2.)



Şəkil 2. 4-AFMA(1), 2-AFMA(2), 4-AFA(3), 2-AFA(4)-nın L-(-)-MtMA-la sopolimerlərinin $[\alpha]_D^{25}$ -lərinin L-(-)-MtMA-ın sopolimerdəki miqdarlarından asılılıqları.

Şəkildən göründüyü kimi asılılıq xətti xarakter daşıyır. Bu da onu göstərir ki, zəncirin böyüməsi mərhələsində makrora-dikalın optiki aktiv qrupunun yaxınlaşan

monomera yönəldici təsiri yoxdur. Zəncirdə spiral yönlü həmçinin nizamlılıq sahələri əmələ gəlməmişdir

NƏTİCƏ

1. 4(2)-formil-, 4(2)-asetil tərkibli aril(met)akrilatlardan radikal (so)polimerləşmə üsulu ilə 4(2)formil-, 4(2)-asetil tərkibli yeni (so)polimerlər alınmışdır. Həmin monomerlərin homopolimerləşmələrin sürətləri, sürət sabitləri və aktivləşmə enerjiləri, qlisidilmetakrilat, metil-2-xlorakrilat və mentil(met)akrilatlarla sopolimerləşmələrinin sopolimerləşmə sabitləri, sopolimerlərin optiki aktivliklərinin qiymətləri təyin edilmişdir.
2. Müəyyən edilmişdir ki, sopolimerlərin işığın polarizasiya müstəvisini fırlatma bucaqlarının qiymətləri makromolekullarda L-(-)-Mt(M)A molyar payları çoxaldıqca yüksəlir, həlledicilərin təbiətlərindən və temperaturdan asılı deyildir.
3. Aşkar edilmişdir ki, 4(2)-FFMA və 4(2)-AFMA-ların MAT-la sopolimerləşmə sabitləri reaksiyada tətbiq edilən həlledicilərin təbiətindən asılıdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Vijayanand P.S., Kato S., Satokava S., Kojima T. Homopolymer and polymer of 4-nitro-3-methylphenyl methacrylate with glycidylmethacrylate synthesis, characterization, monomer reactivity

- ratios and thermal properties. // Eur. Polym. J 2007. v.43. P. 2046-2056.
2. Vijayaraghavan R.G., Reddy B.S.R. Synthesis characterization, reactivity ratios by nuclear magnetic resonance spectroscopy and application of (2,5-Dichlorophenyl acrylate-co-glycidyl methacrylate) polymers as adhesives for the leather industry // J.Appl. Polym. Sci., 2006. v 99. P.1167-1174.
 3. Vijayanand P.S., Kato S., Satokava S., Kojima T. Homopolymer and copolymers of 4-cyanophenyl acrylate with glycidyl methacrylate: synthesis characterization, thermal properties, and determination of monomer reactivity ratios. // J.Appl. Polym. Sci., 2008. v.108. P.1523-1530.
 4. Pat. 1208221 Франция Matériaux pour la réalisation de lentilles asul-aïres. Pierre V., Bernadette Ch. On 02.01/2004 439-448.
 5. А.с. 701 998 СССР. Способ получения п-ацетофенонакрилата и п-ацетофенонметакрилата. БИ 1979. №45.
 6. А. с. 1394660 СССР. Б.И. Способ получения п-формилфенилакрилатов. 1988. №6.
 7. Абдыев О.Б., Алиев А.Д., Мустафаев А.М., Муталлимова Н.Б. Ради-кальная сополимеризация метил-1-хлоракрилата с карбонилсодержащими фенилметакрилатами. // Высокомол. Соед. сер. Б., 2008. 50. №8. 1559-1562.
 8. А.с. 751015 СССР. Способ получения γ-пирона. 1979.
 9. А.с. 852872 СССР. Способ получения 2-метил-3-асетил-2,3-дигидро-γ-пирона. Б.И. 1981. №29.
 10. А.с. 749850 СССР. Способ получения полиакриловых эфиров, содержащих функциональные группы. БИ 1980. №27.
 11. Ханмамедов Т.К., Абдыев О.Б., Гасанов Ф.Д. Полимеризация фурффурилиден-ацетона в присутствии алкоголятов лития. // Докл.АН Аз СССР. 1979. №2. С. 36-39.
 12. Ханмамедов Т.К., Гасанов Ф.Д., Абдыев О.Б., Гусейнов М.М. Миграционная полимеризация фурффурилиденацетона по реакции Михаэля. // Мат. Междунар. Симп. по макромолекулам. ИЮПАК. Ташкент. 1978. С. 148.
 13. Ханмамедов Т.К., Абдыев О.Б., Байрамов А.А. К вопросу о химической структуре фенилакрилата. // Азерб. Хим. Журн. 1979. №1. С.110-114.
 14. Ханмамедов Т.К., Абдыев О.Б. О химической структуре ацетофеноновых эфиров акриловой и метакриловой кислот. // Азерб. Хим. журн., 1980. №4. С. 122-125.
 15. Ханмамедов Т.К., Абдыев О.Б. Спектральная характеристика некоторых эфиров акрилового ряда. // Мономеры и полимеры. Баку: Изд. "Элм". 1983. С. 42-44.
 16. Абдыев О.Б. Мамедбейли Э.Г., Муталлимова Н.Б., Абдуллаев Д.Ю. Исследование химической структуры п-формил-фенил(мет)акрилатов спектроскопическими методами. // Хим. Пробл., 2008. №3.С.590-591.
 17. Abdıyev O.B., Məmmədbəyli E.H. Əsasında azot və kükürd tərkibli polimer aşqarlarının alınması mümkün olan karbonil tərkibli fenilmetakrilatların L-(-)-mentilmetakrilatla sopolimerlərinin sintezi. // Neft kimyası üzrə VIII Bakı Beynəlxalq Məmmədəliyev konfransı. Bakı. 2012. s. 245-246.
 18. Abdıyev O.B., Məmmədbəyli E.H. // Funksional monomerlər və polimerlər. Bakı: "Elm". 2013. s. 150-156.
 19. А. с. 647309 СССР. Полифурффури-денацетон как связующее для полимерных покрытий. Б.И. 1978. №6.
 20. Abdıyev O.B. О- və p-formilfenilmetakrilatların 1-(-)- mentilmetakrilatla sopolimerləşmələri. // Azərb. kimya jurn., 2006. №1. s.157-161.
 21. Abdıyev O.B. Ради-кальная полимеризация о- и р- альдегидсодержащих фенил(мет)акрилатов. // Neft kimyası və Neft emalı. 2007. №2. s.73-80.

22. Abdıyev O.B., Məmmədbəyli E.M. 1-Fenil-3-(4-hidroksifenil)-1-propan-3-onun miqrasyon polimerləşməsi. // Neft kimyası üzrə VIII Bakı Beynəlxalq Məmmədəliyev konfransı. Bakı ş. 2012. s.243-244.
23. А. с. 675863. Полифеноксикетон как связующее термостойких покрытий. 1978.
24. Abdiev O.B., Радикальная полимеризация о-, р- ацетилсодержащих фенол(мет)акрилатов. // Азерб. хим. журн., 2010. №3. С. 97-101.
25. Abdiev O.B. Радикальная сополимеризация глицидилметакрилата с карбонилсодержащими фенолметакрилатами. // Высокомол. Соед., 2011. т. 53Б. №5. С. 803-807.
26. Abdiev O.B. Соплимеризация о-, п-ацетилфенил(мет)акрилата с L-(-)-ментилметакрилатом. // Высокомол. Соед., 2010. т. 52Б. №8. С. 667-671.
27. Зайцев С.Д. Развитие теории радикальной сополимеризации. Т.1. Нижний Новгород. Нижегородский унив. 2010. 50 с.
28. Yamada B., Matsumoto A., Otsu T. ESR study of free radicals produced from the reaction of o- substituted phenyl methacrylates with tert-butoxy radical. // J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed., 1983. v. 21. №8. P. 2241-2247.
29. Yamada B., Siqyama S., Moris., Otsu T. Low Celling Temperature in Radical Polymerization of 2,6- Dimethylphenye Methacrylate. // J. Macromol. Sci., 1981.v.15A. №2. P. 332-346.
30. Vrhovac L., Filipovic J., Velickovic J. Kinetics of free radical polymerization of alkylaryl methacrylates in solution. // J. Serb. Chem. Soc., 1986. v. 51. № 12. P. 589-601.
31. Vrhovac L., Velickovic J., Filipovic D. Kinetics of free radical polymerization of orto- and para alkylaryl esters of methacrylic acid. // Die Macromol. Chem. 1984. v.185. №8. P. 1637-1646.
32. Kissinger H.S. Reaction in Differential Thermal Analysis. // Analyt. Chem. 1957. № 29. P. 1702.
33. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вязущих веществ. М.:Высшая школа. 1981. 147 с.
34. Мамедбейли Э.Г., Велиев М.Г., Абдыев О.Б и др. Термическая полимеризация п-формилфенил(мет)акрилатов. // Аз. ТУ. Elmi əsərlər, fundamental elmlər. 2011. с (38). №2. S. 166-168.
35. Алиев А.Д., Ханмамедов Т.К., Кренцель Б.А. О миграционной полимеризации β-фенилвинилкетонс с помощью оптически активных катализаторов. // Высокомол. соедин., 1969. т.11. №5. С.329.
36. Pat. 3706890 A1 DE Optisch aktive (Meth)acrylamide, Verfahren zu ihrer Herstellung und ihre Verwendung zur Racematspaltung.
37. Joshio O., Haruhio M., Roichi H. Asymmetric polymerization of bulky methacrylates optically active polymers based on helicity. // Polym.J., 1989. T.21. №5. P. 449.
38. Abdıyev O.B., Məmmədbəyli E.M. 4(2)-Formilfenilmetakrilatların metakril turşusu ilə sopolimerləşmələri. // VIII Bakı Beynəlxalq Məmmədəliyev konfransı Bakı. 2012. s. 241-242.

**ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ АРИЛПРОИЗВОДНЫХ НЕНАСЫЩЕННЫХ
КАРБОНИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И СОПОЛИМЕРИЗАЦИЯ ИХ
С МЕТИЛ-2-ХЛОРАКРИЛАТОМ, ГЛИЦИДИЛМЕТАКРИЛАТОМ,
МЕТАКРИЛОВОЙ КИСЛОТОЙ И L-(-)-МЕНТИЛМЕТАКРИЛАТАМИ**

О.Б.Абдыев, Э.Г.Мамедбейли

Проведена радикальная полимеризация арилпроизводных ненасыщенных карбонильных соединений, а также их сополимеризация с метил-2-хлоракрилатом, глицидилметакрилатом, L-(-)-ментилметакрилатом и метакриловой кислотой. Определены скорости, константы скорости и энергии активации полимеризации, а также константа сополимеризации. Обнаружено, что ско-

рость полимеризации 4-формил-(также ацетил-) фенилметакрилатов выше, чем их изомеров, в которых формильные или ацетильные группы находятся в бензольном ядре в положении 2. Показано, что при сополимеризации вышеуказанных ненасыщенных карбонильных соединений с мономерами, содержащими функциональные группы, скорость и константа сополимеризации зависят от электронной характеристики и места расположения заместителей в бензольном ядре, а также от природы растворителей (в случае их сополимеризации с метакриловой кислотой) и т.д.

Ключевые слова: полимеризация, сополимеризация, оптическая активность сополимеров, кинетика.

POLYMERIZATION OF ARYL DERIVATIVE UNSATURATED CARBONYL COMPOUNDS AND THEIR COPOLYMERIZATION WITH METHYL-2-CHLORACRYLATE, GLYCIDYL-METHACRYLATE, METHACRYLIC ACID AND L-(-)-MENTHYLMETHACRYLATES

O.B.Abdiyev, E.G.Mamedbeyli

The radical polymerization of unsaturated carbonyl compounds, as well as their copolymerization with methyl-2-chloracrylate, glycidylmethacrylate, L-(-)-menthylmethacrylate and methacrylic acid has been carried out. Rates, rate constants and activation energies of polymerization and also copolymerization constants have been determined. It has been found that the polymerization rate of 4-formyl-(also acetyl-) phenylmethacrylates is higher than their isomers where formyl or acetyl groups are in benzol nucleus, 2nd position. It showed that at copolymerization of above-mentioned carbonyl-containing monomers with functional-containing monomers the copolymerization rate and copolymerization constant are dependent on electron characteristics and a place of dispositions of substitutes in benzol nucleus, as well as on the nature of solvents (in case of their copolymerization with methacrylic acid), etc.

Keywords: polymerization, copolymerization, optical activity of copolymers, kinetics.

Redaksiyaya daxil olub 29.12.2012.