

*Azərbaycan Elm və Təhsil Nazirliyinin akademik Y.H. Məmmədəliyev
adına Neft Kimya Prosesləri İnstitutu*

**Minavər Cəfər qızı İbrahimova
Füzuli Əkbər oğlu Nəsirov
Elnarə Qurban qızı Mahmudova
Səbinə Arif qızı Seyidova**

YÜKSƏK MOLEKULLU BİRLƏŞMƏLƏR SAHƏSİNDƏ TERMİNLƏR VƏ ANLAYIŞLAR

Bakı – 2025

Elmi redaktor: k.e.d., dosent Mənzər N. Əmiraslanova

Rəyçi: k.e.d., prof. Çingiz Q. Rəsulov

Texniki redaktor: Ülviyyə G. Yaqubova

M.C. İbrahimova, F.Ə. Nəsirov, E.Q. Mahmudova, S.A. Seyidova.

Yüksək molekullu birləşmələr sahəsində terminlər və anlayışlar.

Bakı, 2025, – 460 səh.

ISBN 978-9952-570-57-1

Kitabda yüksək molekullu birləşmələrin sintezi, quruluşunun və xassələrinin tədqiqi, onların əsasında kompozit tərkiblərin alınması, emalı sahəsində istifadə edilən terminlər və anlayışlar verilmişdir.

Kitab yüksək molekullu birləşmələrin emalı və işlənməsinin müxtəlif sahələrində çalışan mütəxəssislər, müəllimlər, tələbələr və doktorantlar üçün dərs vəsaiti kimi nəzərdə tutulmuşdur.

© M.C. İbrahimova, F.Ə.Nəsirov,
E.Q. Mahmudova, S.A. Seyidova., 2025

MÜQƏDDİMƏ

Təqdim olunan bu bir tomluq toplu polimer materialların sintezi, quruluşunun və xassələrinin tədqiqi, onlar əsasında kompozit tərkiblərin alınması, emalı sahəsində istifadə edilən terminlər və anlayışları əhatə edir. Praktikada bu ixtisasda təhsil alan tələbə, magistr və ya bu sahədə çalışmağa başlayan mütəxəssislərin üz-ləşdikləri anlaşılmaçılıqların aradan qaldırılmasında yardımçı ola biləcək belə bir topluya tələb duyulur və bu məqsədlə yazılmışdır.

Topluda verilmiş terminlər və onların izahına, anlayışlara yüksək molekullu birləşmələrin sintezi, tədqiqi və tədqiqinə dair müxtəlif dərəcə vəsaitlərində, məqalələrdə rast gəlmək mümkündür. Lakin sistemli şəkildə, Azərbaycan dilində belə bir toplu demək ki, mövcüd deyildir. Son vaxtlar yüksək molekullu birləşmələr kimyasının sürətli inkişafı, çoxşaxəli tətbiq sahələrinin meydana gəlməsi bu günün reallığıdır və buna əsaslanaraq bu sahəyə dair terminlərin, anlayışların toplanıb sadəcə dildə istifadəyə təqdim olunması olduqca aktualdır.

Topluda verilmiş terminlər və qısa anlayışlar müxtəlif mənbələrdən, kitab, ensiklopediya, məqalə və digər vəsaitlərdən götürülmüşdür. Topludan istifadəni asanlaşdırmaq üçün terminlər və anlayışlar əlifba sırası gözlənilməklə verilmişdir.

Tərtib edilmiş “Terminlər və anlayışlar” toplusu yüksək molekullu birləşmələr ixtisasına yiyələnmək istəyən tələbələr, magistrlər, aspirantlar və digər, yüksək molekullu birləşmələrin sintezi, xassələrinin tədqiqi, emalı ilə məşğul olan mütəxəssislər tərəfindən istifadəyə nəzərdə tutulmuşdur.

*Topluya daxil olan materialların toplanması,
tərcüməsi və ərsəyə gəlməsində əməyi keçən
NKPI-nin “Polifunksional monomerlər və oliqomerlər”
laboratoriyasının əməkdaşlarına öz təşəkkürümüzü bildiririk.*

ADDİTİV POLİMERLƏŞMƏ - təyinatına görə dövrü elmi ədəbiyyatda qəbul edilmiş polimerləşmə deməkdir. Məhdudlaşdırıcı addision polimerləşmə anlayışı o zaman istifadə olunur ki, “polimerləşmə” anlayışı ona istənilən makromolekulun əmələgəlmə prosesini, sözün həqiqi mənasında polimerləşmə və polikondensləşməni birləşdirərək geniş mənada şərh olunur.

ADGEZIYA – fazalararası qarşılıqlı təsir enerjisini xarakterizə edən və ya tarazlıq şəraitində qarşılıqlı təsirdə olan iki müxtəlif növ cismi ayırmaq üçün tələb olunan termodinamiki işdir.

Adgeziya müxtəlif proseslərdə: bir materialın digərinə yapışdırılmasında; lak-boya örtüklərinin səthə çəkilməsində və istismarında; çox komponentli materialların yaradılması zamanı meydana çıxır. Bu hallarda müxtəlif təbiətli səthlər arasında möhkəm əlaqə vacib şərtədir. Adgeziya birbaşa səthi gərilmə ilə (sərbəst səth enerjisi) bağlıdır. Bu, yeni səth vahidinin əmələ gəlməsi üçün tələb olunan enerji sərfi deməkdir.

Adgeziya – sistemin səth enerjisini azaltmaq cəhədidir. Bu enerjinin saxlanması qanununa əsasən adgeziyanın tarazlıq işi cismnin səthi gərilməsinə əsasən hesablanır:

$$W_a = Y_1 + Y_2 + Y_{1,2}$$

W_a - adgeziyanın tarazlıq işi; Y_1 və Y_2 – 1-ci və 2-ci fazaların səthi gərilmələri; $Y_{1,2}$ – 1 və 2-ci faza arasında səthi gərilmədir.

Əgər mayenin səthi gərilməsi məlumdursa, adgeziyanın tarazlıq işini müəyyən etmək üçün bərk səthin maye ilə islanma bucağını bilmək kifayətdir. Lakin bu bucağın ölçülməsi yalnız aşağı özlülüyə malik olan mayələr üçün mümkündür. Polimerlərin yüksək özlülüklü ərintiləri üçün bu göstəricini təyin etmək mümkün deyil və nəticədə polimerin bərk səthə adgeziyasını müəyyən etmək mümkün olmur.

Adgeziya əlaqəsinin əmələ gəlmə prosesi adətən iki mərhələyə bölünür:

- Nəqliyyat mərhələsi adlanan birinci mərhələdə maddənin molekullarının yerdəyişməsi və onların fazalararası təbəqədə müəyyən istiqamətlənməsi baş verir;

- İkinci mərhələ adgeziyanın baş vermə və birləşmə mərhələsi olub kontaktda olan cisimlərin birbaşa qarşılıqlı təsirdən yaranır ki, bu da müxtəlif qüvvələrin təsiri ilə (Van-der-vaals qüvvələrindən kimyəvi qüvvələrə qədər) baş verə bilər.

Qarşılıqlı təsirin növü kontaktda olan cisimlərin təbiəti və onların qarşılıqlı təsiri ilə müəyyən olunur. Polimerlərdə adgeziya deyil, adgeziya möhkəmliyi təyin edilir. Adgeziya möhkəmliyi adgeziv və substrat arasında əlaqəni qırmaq üçün tələb olunan xüsusi iş və ya xüsusi qüvvədir. Bu zaman substrat kimi polimer, adgeziv kimi bərk doldurucu qəbul edilir.

Adgeziya yolu ilə iki cismin mexaniki dağılması zamanı bu iki cismin ayrılmasına, bir-birindən qopmasına sərf olunan iş yalnız adgeziyanın aradan qaldırılmasına deyil, digər əlavə proseslərə (cismin deformasiyasına, mexaniki yapışmaların aradan qaldırılmasına və s.) də sərf olunur. Buna görə də, adgeziya və adgeziya möhkəmliyinin göstəricilərini bir-birindən fərqləndirmək tələb olunur.

Hazırda adgeziyanın bir çox nəzəri yanaşmaları: mexaniki, adsorbsiya, elektrik, diffuziya, kimyəvi, elektorelaksasiya və s. mövcuddur. Bu nəzəriyyələr adgeziya yolu ilə bərkidilmiş məmulatın alınma və dağılma mexanizmini müxtəlif cür izah edir. Bütün bu nəzəriyyələrin əsas məqsədi – substratlar arasında adgeziya möhkəmliyini onların kimyəvi quruluşundan və onlar arasında kontakt şəraitindən asılı olaraq qiymətləndirməkdən ibarətdir. Bu nəzəriyyələrin heç birində müəyyən aspektlərə toxunularaq adgeziya əlaqəsinin əmələ gəlməsi barədə tam təsəvvür yaranmır.

Polimer fazalar arasında adgeziyanı yüksəltməyin iki üsulu məlumdur: tərkibə yüksək kütləli səthi aktiv birləşmələrin (SAB) və ya bərk doldurucunun yüksək dispersliyə malik hissəciklərinin daxil edilməsi.

Yüksəkmolekullu SAB-lara tərkibinə iki eyni kimyəvi quruluşa malik bloklar olan birgəpolimerlər və cəlaq birgəpolimerlər aiddir.

Polimer fazaları arasında adgeziya möhkəmliyini qarışıqın tərkibinə yüksək dispersliyə malik doldurucu daxil etməklə artırmaq olar. Polimerlər qarışıqında doldurucunun uzlaşmanı təmin edən qatqı kimi effektivliyi onun xüsusiyyətlərindən asılıdır və hissəciklərin ölçüsü kiçildikcə, xüsusi səthi artdıqca bu effekt artır.

ALFIN KATALİZATORLARI (*alfin catalysts*) polimerləşmənin üç komponentli katalizatorları olub tərkibi, alkil-, alkenil- və ya arilnatrium, natriumalkoqolyat (əsasən ikili spirt əsasında) və qeyri-üzvi komponentdən (adətən halogenid duzları) ibarətdir.

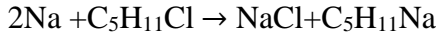
Alfin katalizatorları π -rabitəsi ətrafında elektronların karbohidrogen tipli yüksək sıxlığı ilə fərqlənən bir sıra vinil və dien sırası monomerlərin (stirol və onun bəzi törəmələri, butadien, izopren) polimerləşmə və sopolimerləşmə reaksiyalarında aktivdirlər. Alfin katalizatorları iştirakında etilen 0°C temperaturda orta molekül kütləsi 20.000 olan polimerin alınması ilə polimerləşir. Alfin katalizatoru monomerdə və ya onun karbohidrogen məhlulunda suspenziya şəklində istifadə olunur. Onların digər natrium üzvi katalizatorlardan, yaxud adi alkil(aril)metal tipli homogen katalizatorlardan fərqi polimerləşmənin böyük sürəti, monomere görə çox yüksək seçiciliyə (məsələn, butadien, izoprendən 40-70 dəfə, stirolun 4 dəfə tez polimerləşir) və polimerləşmədə böyük stereospesifikliklə müəyyən olunur.

Alfin katalizatorunun iştirakında polimerləşmədə tərkibində 75%-ə kimi trans-1,4- manqaları olan polibutadien və poliizopren və sintez prosesindən sonra amorf quruluşla, həlledicilərdə termiki emaldan sonra kristal quruluşa keçən izotaktik polistirol alınır. Alfin katalizatoru polibutadienin tərkibində trans-1,4- manqaların miqdarını və eləcə də 1,4- manqaların 1,2- manqalara nisbətini, polistirolun izotaktik manqaların ardıcılığını müəyyən edir. Bir

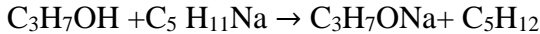
qayda olaraq butadienin polimerləşməsi üçün stereospesifik olan alfin katalizatorları izotaktik polistirolun sintezi üçün yararsızdır.

Alfin katalizatoru karbohidrogen mühitində (adətən pentanda) və inert qaz atmosferində aparılmış üç ardıcıl sadə üsulla alınır.

a) Amil xloridin natrium ilə 10°C-dən 25°C-yə kimi temperatur intervalında qarşılıqlı təsiri:



b) Alınmış reaksiya qarışığı amil natriumun 1/2 -i qədər miqdarında izopropil spirti ilə işlənir:



v) Reaksiyaya daxil olmamış amilnatriumun dispersləşmiş izopropilat natrium ilə qarışığı olan reaktora propilen verilir:



Katalizator komponentlərindən birində natrium əvəzinə kaliumun istifadəsi mümkündür, lakin hər ikisindən eyni zamanda istifadə etmək olmur.

Alfin katalizatorları 1947-ci ildə P.Morton tərəfindən kəşf olunmuşdur. Lakin daha cox effektiv Tsiqler-Natta katalizatorlarının və litium katalizatorlarının meydana gəlməsi alfin katalizatorlarını sıxışdırıb ikinci plana saldı. Son zamanlar qismən hidrogenləşmiş aromatik karbohidrogenlərin vasitəsilə alınan polimerin molekul kütləsinin tənzimlənməsi imkanları yenidən alfin katalizatorlarına olan marağı dircəltmişdir və hazırda sənayedə butadien sopolimerlərinin alınmasında tətbiq olunur.

ALQINAT LİFLƏR. Alqinat liflər (alqinate fibra alqinat-faser)-süni lif olub, alqinat natriumdan alınır. Sonuncunu qonur dəniz yosunlarından ayırırlar. Alqinat lifləri viskoz liflərin istehsalında istifadə olunan əyirici maşında bakterisid tərkiblər əlavə edilməklə 8-9%-li alqinat natrium məhlulundan alırlar. Çökdürücü kimi 1N CaCl₂ məhlulu götürülür. Alınan lif kalsium alqinatdan ibarətdir. Alqinat lifini yağlayır, qurudur və makaraya sarıyırlar. Qəlibləşdirmədə əmələ gələn tullantılardan natrium alqinat ayrılır və istehsalata qaytarılır.

AMİNOPLASTLAR, KARBAMİDLİ PLASTİK KÜTLƏLƏR amin-aldehid qatranları (oligoqomerlər) əsasında alınan plastik kütlələrdir. Polimerlərin alınması aminoplastların emalı mərhələsində baş verir. Karbamid-formaldehid və melamin-formaldehid qatranları əsasında aminoplastlar daha çox yayılmışdır. Aminoplastlar presləmə materialı (toz və lifli məhsullar) qatlı və ya laylı plastiklər, məsaməli materiallar (miporlar) şəklində istehsal olunur. Aminoplastiklərin təbəqəsinin rəngsiz olması, işığa qarşı davamlılığı və asan rənglənmə qabiliyyəti onların üstün dəyərli cəhətidir. Aminoplastlar spirt, benzin, aseton, xloroform və üzvi həlledicilərin təsirinə qarşı davamlıdır.

Karbamid-formaldehid qatranı əsasında alınan aminoplastlar nəmliyə və temperatura qarşı (istismar temperaturu 90°C-dən yüksək deyil) az dayanıqlıdır, melamin-formaldehid qatranı əsaslı aminoplastlar suya və istiliyə qarşı nisbətən (150 °C-yə qədər) davamlıdırlar. Bunlar yaxşı dielektirik keyfiyyətlərinə, o cümlədən qövs davamlılığına malikdirlər.

Aminoplastik təbəqənin bütün növlərinin alınmasının başlanğıc mərhələsi oligoqomer birləşmələrin (qatranların) sintezindən ibarətdir. Karbamidin yaxud melaminin formaldehidlə polikondensləşməsində ilk olaraq müvafiq metilol törəmələri əmələ gəlir. Karbamidin qələvi mühitdə istifadəsində monometilolkarbamid

$$\text{NH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}-\text{CH}_2\text{OH}$$
 alınır, ilkin komponentlərin zəif qələvi və neytral mühitdə nisbətindən asılı olaraq monometilolkarbamid, yaxud

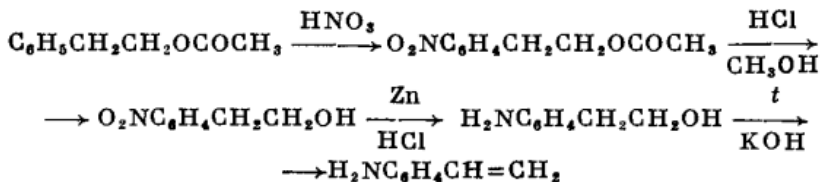
$$\text{HOCH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}-\text{CH}_2\text{OH}$$
 dimetilolkarbamid əmələ gəlir. Turş mühitdə ilk mərhələdə əmələ gələn monometilolkarbamiddən suyun ayrılması ilə istifadəyə yararsız metilenkarbamidin çökməsi baş verir.

Metilol törəmələrinin sonradan polikondensləşməsindən su da həll olan qatranlar alırlar.

AMİNOSTİROL POLİMERLƏRİ - Monomer kimi o-,m-, p-aminostirollardan və p-N,N-dimetilaminostiroidən isti-

fadə olunur. Aminostirollar – kəskin iyli, rəngsiz maye olub, havada asan oksidləşərək bromlu suyu və kalium-permanqanat məhlulunu rəngsizləşdirirlər.

I və III birləşmələri aşağıda verilmiş sxem üzrə alınır.



III – həmcinin *p*-aminoetilbenzolun katalitik dehidrogenləşməsi nəticəsində alınır.

II – *m*-nitroasetofenonun reduksiyasından alınan *m*-aminofenil-metilkarbinolun dehidratasiyasından alınır

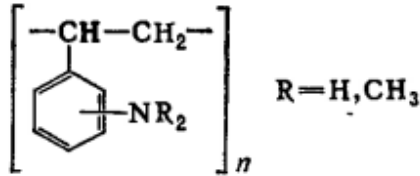
IV- *p*-dimetilaminobenzaldehydin Qrinyar reaksiyasından alınan *p*-dimetilamino-fenilmetilkarbinolun dehidratasiyası ilə sintez edilir.

Aminostirolların fiziki xüsusiyyətləri

Aminostirollar	Ərimə temperaturu, °C	Qaynama temperaturu, °C/mm civə süt.	d_4^t	n_4^t
<i>o</i> -NH ₂ C ₆ H ₄ CH=CH ₂ (I)	-	97-98/8	1,015 (21°C)	1,6130 (21°C)
<i>m</i> - NH ₂ C ₆ H ₄ CH=CH ₂ (II)	-	112-115/12 64-66/0,5	1,0216 (20°C)	1,6062 (25°C)
<i>n</i> -NH ₂ C ₆ H ₄ CH=CH ₂ (III)	23,5	98-100/4 76-81/2,5	1,012 (21°C)	1,6070 (25°C)
<i>n</i> - (CH ₃) ₂ NC ₆ H ₄ CH=CH ₂ (IV)	16-16,5	89/2,5	-	1,6097 (27°C)

Aminostirollar inert mühitdə azodiizoyağ turşusunun dinitrilinin təsiri altında radikal mexanizmi üzrə polimerləşirlər. Polimerləşməyə meyillik II>I>III>IV bu sıra üzrə azalır; II 80°C temperaturda 5 saat ərzində polimerləşir. IV- 100°C temperaturda uzun müddət ərzində polimerləşir. Poli-*p*-aminostirol həmcininin

polistirolun mülayim şəraitdə nitrilləşməsi və sonra nitro-qrupun reduksiyası ilə alınır. Aminostirollar stirol, divinilbenzol, akrilonitril, metakrilatlarla və s. sopolimerləşmə reaksiyasına daxil olurlar.



ANİONDƏYİŞDİRİCİ QATRANLAR, qatranın aniatorlar - elektrolit məhlulları ilə təmasda olduqda anionları dəyişmə qabiliyyətinə malik sintetik üzvi ionitlərdir. *Aniondəyişdirici qatranlar* – müxtəlif tip bərk məhdud şişmə qabiliyyətli yüksək molekullu birləşmələr əsasında alınan poliəsaslardır. Aniondəyişdirici qatranın molekulyar karkasının müsbət yükü mütəhərrik anionla kompensasiya olunur və bunun hesabına elektrolit məhlulu ilə anion dəyişməsi həyata keçir. İonitlərin ümumi təsnifatına uyğun olaraq aniondəyişdirici qatranları ionogen qrupların dissosiasiya dərəcəsinə görə zəif-, orta- və güclü əsasi ionitlərə bölürlər. Zəif əsaslı anion dəyişdirici qatranların funksional qruplarına birli, ikili və üçlü amin qrupları aiddir. Orta əsaslı anion dəyişdirici qatranlara yuxarıda sadalanan aminlərdən başqa, eləcə də dördlü ammonium qrupları aiddir. Güclü əsaslı aniondəyişdirici qatranlar əsas etibarı ilə dördlü ammonium qrupları, dördlü fosfor və üçlü sulfo qrupları saxlayır.

Alınması. Aniondəyişdirici qatranlar alınma üsulundan asılı olaraq polikondensləşmə və polimerləşmə qatranlarına ayrılırlar. Sonuncu, daha yüksək kimyəvi və termiki davamlılığı, güclü mexaniki möhkəmliyi və s. dəyərli keyfiyyətləri ilə ion dəyişdirən qatran sənayesində aparıcı yer tutmuşdur.

Polikondensləşmə ilə alınan aniondəyişdirici qatranlar. Bu qatranların sintezində əsas xammal aromatik və alifatik aminlərdir.

Polimerləşmə üsulu ilə alınan aniondəyişdirici qatranlar. Bu qatranların sintezi üçün əsas başlanğıc maddə stiroil və divinilbenzolun suspenziyada sopolimerləşmə məhsuludur. Bu sopolimer molekulyar karkas olub, sonradan müxtəlif üsullarla əsas qruplar daxil edilir. Bəzən stiroilun əvəzinə onun törəmələrindən (metilaminol, vinilanizol), divinilbenzol əvəzinə ən az iki doymamış rabitə saxlayan müxtəlif birləşmələr (butadien, vinilasetilen, akril turşusunun vinil efiri və s.) istifadə olunur.

Aniondəyişdirici qatranları çox vaxt Fridel-Krafts reaksiyası üzrə sopolimerin xlorometilləşməsi və sonra onun ardınca ammoniyak yaxud aminlərlə işləməklə alırlar.

Xlorometilləşmiş məhsulun ammoniyakla, birli və ikili aminlərlə qarşılıqlı təsir reaksiyasından tərkibində birli-, ikili-, üçlü-amin qrupları saxlayan zəif əsasi xassəli aniondəyişdirici qatranlar alınır. Üçlü aminlərlə qarşılıqlı təsirdə güclü əsasi aniondəyişdirici qatran, dördlü ammonium əsasi quruplara malik aniondəyişdirici qatran əmələ gəlir.

Aniondəyişdirici qatranların əsas tətbiq sahəsi– su hazırlığıdır. Aniondəyişdirici qatranlar kationdəyişdirici qatranlarla birgə buxar elektrik və duzsuzlaşdırma qurğularının qidalandırılması və müxtəlif texniki tələbatların ödənilməsi üçün istifadə olunan suyun tam mineralsızlaşdırılmasında və yaxud suyun qismən duzsuzlaşdırılmasında tətbiq olunur. Aşağı qələviliyə malik aniondəyişdirici qatranlar adətən kationit layından keçirilmiş suyun emalı üçün istifadə edilir. Yüksək qələviliyə malik qatranlara gəldikdə suyun kationit və anionitlə emalı texnoloji tələblərlə müəyyən olunur.

Aniondəyişdirici qatranlar hidrometallugiyada metalların kompleks anionlar şəklində çıxarılmasında geniş istifadə olunur. Yüksək qələvili qatranların köməyi ilə tullantı sularından xromat və digər qalvanik məhsulların komponentlərini çıxarıbı xromlayıcı istehsalata qaytarırlar. Aniondəyişdirici qatranların istifadəsi çirkab sənaye sularını zərərli qarışıqlardan, xüsusilə radioaktiv anionlardan təmizləməyə imkan verir, bəzi qatranlardan üzvi maddələrin molekulyar sorbenti kimi uğurla istifadə edilir.

Aniondəyişdirici qatranların mühim tətbiq sahəsi – şəkər istehsalıdır, harada ki, iondəyişmə üsulu ilə şəkər istehsalının kənar məhsullarının emalı, siroplardan aminturşuların və digər üzvi turşuların və qeyri-üzvi anionların çıxarılması həyata keçirilir.

Aniondəyişdirici qatranların analitik kimya və iondəyişmə xromatografiyasında tətbiq sahələri müxtəlifdir. Üzvi kimyada aniondəyişdirici qatranlardan katalizator kimi, məsələn kondensləşmə, hidroliz və s. reaksiyalarında istifadə edilir.

ANİON POLİMERLƏŞMƏ. Anion polimerləşmə - böyüyən zəncirin sonunda mənfəi yüklənmiş atomun iştirakı ilə makromolekulların əmələ gəlmə prosesidir. Reaksiya əsasi xarakterli (qələvi metallar, alkoqolyatlar, amidlər, I və II qrupların digər metallarının törəmələri) inisiatorların təsiri altında gedir. Anion polimerləşmədə zəncirin sonunda yerləşən atom qismən və ya tam mənfəi yük daşıyır. Anion polimerləşmənin kinetikasi, polimerlərin strukturu və sopolimerlərin tərkibi inisiatorun təbiətindən və reaksiya mühitindən əhəmiyyətli surətdə asılıdır. Bu amillər böyüyən zəncirin sonu ilə əks ionun (polyarlaşmış molekul, ion cütünü, sərbəst ionlar) arasında olan əlaqənin xarakterini müəyyən edir.

ANTİRADLAR – plastiklərin, rezinlərin, sürtkü yağlarının, yanacağı və digər materialların ionlaşmış şüalanma təsirinə qarşı möhkəmliyini artıran maddələrdir. Ən geniş yayılan antiradlara – aromatik karbohidrogenlər (naftalin və onun törəmələri, antrasen, fenantren, piren); aminlər (p-fenilendiaminin törəmələri, fenilnaftilaminlər); fenollar (β -naftol, p-metoksifenol, 2,6-di-üçlü-butil-4-metilfenol, pirokatexin və s.); tiofenollar, tionaftollar, di-fenil- və di-fenilsulfidlər, fenotiazin və onun törəmələri, benzo- və naftoxinonlar, fenil- və naftilxinoniminlər; hidroxinon; 2,5-difenil- və 2-(1-naftil)-3-feniloksazollar; hidroxinolin və 2,2,4-tri-metil-6-fenil-1,2-dihidroxinolin aiddir. Materialda aromatik antiradların miqdarı adətən 0.1-10 % (kütlə) təşkil edir. Sürtkü yağlarının bəzi qatılaşdırıcıları (Al, Bi stea-

ratlar, Hg naftenatlar), rezin qarışıqlarının inqredientləri (kükürd, tetrametiltiuramdisulfid) və s. həmçinin antirad xassələrə malikdir.

Oksidləşmə prosesləri gedən şəraitlərdə (məsələn, havanın yüksək temperaturunda) şüalanan materialları effektiv surətdə müdafiə etmək üçün antiradlar oksidantlarla birgə tətbiq olunur. Doymamış karbohidrogen əsaslı elastomerlərdə ikili aromatik aminlər eyni vaxtda həm oksidant, həm də antirad rolunu oynaya bilər. Halbuki, amin tipli antioksidləşdirici aşqarlar (məsələn, difenilamin) yağlarda heç də optimal antirad rolunu oynaya bilmir. Hətta ən aktiv antiraddan praktiki olaraq istifadə etmək imkanı bəzən onların materialda kifayət dərəcədə həll olmaması səbəbindən və ya materialın texnoloji xassələrinə mənfi təsir göstərdiyinə görə məhdudlaşır.

ANTİKORROZİYALI POLİMER ÖRTÜKLƏRİ – yüksəkmolekullu birləşmələr əsasında alınan örtüklər, metal, beton və s. konstruksiya materiallarının korroziyadan qorunması üçün istifadə edilir.

Asbovoloknit preslənmiş material olub, (fenolformaldehid, silisium üzvi birləşmə və s.) termoreaktiv sintetik qatran hopdurulmuş asbest lifindən ibarətdir.

K-6 markalı fenol əsaslı asbovoloknit– sulu emulsiya rezol tipli fenol-formaldehid qatranı və qatqı (talk, sürtgü yağı və s.) əsasında hazırlanan kompozisiyadır.

Hopdurulmuş material qalınlığı 1,5 mm-dən çox olmayan listlər və ya təbəqələr şəklində soyuq vallarda preslənir və vakuum quruducularında 80-95°C-də qurudulur, K-6 materialı köhnəlməyə az meyllidir. Onu 170-200°C temperaturda və 45 Mn/m² təzyiq altında presləməklə məmulatlara emal edirlər.

Presləmə prosesində asbovoloknitə asanlıqla metal armaturlar daxil edilir. K-6 markalı asbovoloknit asanlıqla mexaniki emal olunur. Ondan yüksək bərkliyə malik və istiliyə davamlı detallar (yüksək və aşağı voltlu kollektorlar, klem qəliblər, elektrik paneləri və s.) hazırlayırlar.

Fenol əsaslı asbovoloknitlərə, həmçinin asbest lifinə fenol-formaldehid qatranı hopdurmaq yolu ilə alınan və yüksək temperaturda təzyiqliq tətbiq etmədən müəyyən formaya emal olunma qabiliyyətini saxlayan, hamar təbəqələr almaq imkanına malik fenolitlər də aiddir.

K-41-5 markalı silisium-üzvi voloknit polifenilsiloksan əsasında KMK-218 markalı kompozisiyadır.

Bu asbovoloknitlər yüksək mexaniki möhkəmliyi, istiliyə son dərəcə davamlı olması və yaxşı dielektrik keyfiyyətləri ilə fərqlənirlər. Silisium-üzvi asbovoloknitin preslənmiş məmulatının möhkəmlik və dielektrik keyfiyyətlərini yüksəltmək üçün onları əlavə olaraq termiki emala, istiliklə işlənməyə məruz qoyurlar. K-41-5 markalı asbovoloknitdən 200°C və yuxarı temperaturda daim qızdırılmaya məruz qalan və xüsusiyyətlərini saxlayan cihaz, korpus və cihazların detallarının, elektirik avadanlıqları üçün istiliyə davamlı elektroizolyasiya materiallarının hazırlanmasında istifadə edilir.

Asboplastiklər tərkibində möhkəmliyi artıran doldurucu kimi asbest lifli material saxlayan plastik kütlələrdir. Doldurucunun görünüşünə görə asboplastiklər iki cür olur:

1) Təbəqəli plastik kütlə-asbestotekstolit (doldurucu - azbest parça), asboqetinaks (kağız), asbolit (kağız, karton);

2) asbovoloknitlər, sintetik qatranlar hondurulmuş lifli azbest.

Asboplastiklər istehsalında əlavə olaraq sap şəkilli kristal lifli azbestlərdən [Xrizotil $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ və antofilit ($\text{MgFe} \cdot \text{O} \cdot \text{SiO}_2$)] istifadə edilir. Xrizotil liflər $2,5 \text{ q/sm}^3$ sıxlıqda yüksək möhkəmlik göstəricisinə malikdir. Xrizotil ~ tərkibində 12,5% kristallaşma suyu saxlayır, 450-700°C-də buxarlanır, bu da mexaniki möhkəmlik və elastikliyin itməsinə səbəb olur. Atofilit yüksək turşuya davamlılığa malikdir.

Asboplastiklərin hazırlanması doldurucunun (asbest lifi, parça, kağız) qatran məhlulu və ya emulsiyası ilə hopdurulması, sonra doldurucunun qurudulması və ardınca yüksək təzyiqliq və temperaturda hopdurulmuş asbest parçadan, yaxud kağızdan vərəq və

ya lövhələrin, asbovoloknitlərdən isə bilavasitə məmullatların preslənməsi həyata keçirilir.

Asboplastiklər texnikanın müxtəlif sahələrində tətbiq olunur. Asboqetinaqsdan və asbotekstaliqdən geniş çeşiddə yüksək istiliyə davamlılıq və mexaniki möhkəmliyə malik detallar, rotasiya nasoslari üçün bel, aşağı elektrik gərginliyində işləyən elektrik şitlərinin quraşdırılması üçün haşiyə və s. hazırlanır.

Asbovoloknitlər azqabaritli elektrik maşınları üçün kollektorların kontaktor, dəyişdirici açar və s. hazırlanmasında istifadə edilir. Asboplastiklər sürtünməyə qarşı yüksək davamlılığa malik olduqları üçün metro və təyyarələrdə əyləc yastıqlarının, disklərin, hidravlik ötürücülərin hazırlanmasında istifadə edilir.

Turşu və duz məhlullarının təsirinə qarşı kimyəvi davamlılıq onlardan maşın və cihazqayırma istifadəni təmin edir. Yüksək möhkəmlik, həmçinin bərkliklə seçilən asboplastiklərdən böyük qabaritli konstruksiya detallarının: təyyarələrin qanad və sükan hissələrinin, motorsuz uçucu aparat, asılqanlı bak və s. hazırlanmasında istifadə olunur. Asboplastiklər raket texnikasının inkişafı ilə bağlı olaraq, xüsusən geniş tətbiq tapmışdır. Yüksək istiliyə davamlılıq, entalpiyanın yüksək effektiv göstəricisi, istilik təsirinə dayanıqlığa malik olduğundan asboplastiklər raketin əsas hissələrinin, raket mühərriklərinin alt hissəsi və korpusunun istilikdən mühafizəsi üçün geniş tətbiq olunur.

ANTİMİKROB LİFLƏR (antimikrobia fibus, microbenzatzfasern, fibres antimicrobiennes) – bu liflər müxtəlif mikroorqanizmlərin (bakteriostatik keyfiyyətli) çoxalmasını ləngitmək və ya onları (bakterisid keyfiyyətləri) məhv etmək xüsusiyyətinə malikdir. Antimikrob liflər aşağıdakı üç üsul ilə alınır bilirlər.

1. Bakterisid (BP) və ya funqisid (FP) preparata lif əmələgətirən polimer makromolekulların kimyəvi təsirindən. Bu məqsədlə makrolifləri qarşılıqlı təsir qabiliyyətli aktiv funksional qruplar daxil etmək üçün bakterisid və ya funqisid preparatlar ilə modifikasiya edir və yaxud tərkibində makromolekulların funksional qrupları ilə reaksiyaya girmə qabiliyyətli aktiv qruplar olan

preparatlardan istifadə edilir. Bu üsulla alınmış antimikrob liflərin bioloji aktivliyi preparat və lif əmələgətirən polimer arasında rabitənin hidroliz, yaxud dissosiasiya nəticəsində bakterisid preparatı və ya fungusid preparatının çox böyük olmayan hissəsinin tədricən qopması ilə əlaqədardır. Bu liflər dəfələrlə nəm emal zamanı antimikrob aktivliyi saxlayırlar.

2. Bakterisid yaxud fungusid preparatları liflərin formalaşması zamanı və ya liflərin formalaşmış ərintisinə əyirici məhlul kimi daxil etməklə. Bu metodun istifadəsi lif istehsalının texnoloji prosesini çətinləşdirmir və bəzi hallarda dəfələrlə nəm emalı zamanı antimikrob aktivliyini itirməyən liflər almaq mümkün olur.

Üsulun çatışmayan cəhəti- istifadə edilən bakterisid və fungusid preparatın çeşidinin məhdud olmasıdır, belə ki, bu cür preparatlar ya əyirici məhlulların hazırlanması üçün istifadə olunan həlledicilərdə həll olmur, ya da çökdürücü vannada əyirici məhlulun komponentlərinin təsiri ilə və yüksək temperaturda (polimerin ərimə temperaturu) qismən və ya bütünlüklə parçalanırlar.

3. Bakterisid və ya fungusid preparat əsasında məhlulların emulsiya yaxud suspenziyası ilə hopdurulması və sonra qurudulması üsulu ilə antimikrob aktivliyini uzun müddət qoruyub saxlayan lif almaq mümkün olmur.

Bakterisid və fungusid preparat kimi metal ionlarından (gümüş, mis, sink, cıvə), cıvə- və qalay-üzvi birləşmələrdən, dördlü ammonium birləşmələrindən, antibiotiklər, fenol və salisil turşularının törəmələri, nitrofuran sırası birləşmələrdən istifadə olunur.

Antimikrob liflərdən sarğı materialları, alt və üst geyimi, xalat, maska, şəxsi gigiyena əşyalarının, tibb müəssisələrində istifadə olunan yataq örtüklərinin hazırlanmasında istifadə edilə bilər.

Antimikrob lifli parçalardan suyun və şirənin zərərsizləşdirilməsi və konservləşdirilməsi zamanı filtdən keçirilməsində,

sterilizə olunmuş cərrahiyyə avadanlıqlarının və yumşaq materialların saxlanması üçün qablaşdırma məqsədilə istifadə edilə bilər.

Antimikrob lifdən olan toxunmamış materiallardan havanın mikrobsuzlaşdırılması üçün istifadə oluna bilər. Antimikrob lifdən hazırlanmış uzunboğaz və gödək corab, ayaqqabı içliyi göbək xəstəliklərinin qarşısını alan profilaktik vasitə kimi xidmət edə bilər.

ANTİMİKROB VASİTƏLƏR mikrobların inkişafının qarşısını alan birləşmələrdir. Onlar polimer materiallarda mikroorqanizmlərin əmələ gəlməsinə və çoxalmasına mane olurlar. Bütün antimikrob reagentlər təsir mexanizminə görə bir neçə qrupa bölünürlər. Qida sənayesində və tibbdə istifadə olunan polimer materiallarda antimikrob reagentlərin istifadəsi xüsusilə vacibdir.

Mikroorqanizmlərin kimyəvi təsiri son dərəcə müxtəlifdir. Onlar fermentativ kimyanın bütün məlum reaksiyalarını həyata keçirməyə və bioloji aktivliyə malik çox müxtəlif kimyəvi birləşmələri sintez etməyə qadirdirlər. Antimikrob məhsullar sırasında antibiotiklər - təbabətdə, baytarlıqda və xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələrində geniş istifadə olunan güclü antimikrob effektə malik tərkiblər böyük əhəmiyyət kəsb edirlər.

Polimer kompozisiyalarında plastik kütlələri və kauçukları qorumaq üçün qəlibləmədən əvvəl tərkibə qalay-üzvi birləşmələr, halogen salisilanilidlər, pentaxlorfenol efirləri, bisfenollar və yaxud folpet ($C_9H_4Cl_3NO_2S$ fungusid) əlavə olunur. Ditiokarbamatlar və tetrametiltiuramidsulfid (TMTD) kimi vulkanlaşma prosesini sürətləndirən bəzi tərkiblər antimikrob effektə malik olub, bakterisid təsir göstərirlər.

Yapışqan və emulsiya boyalarına antimikrob agent kimi 3-metil-4-xlorfenol, 2-fenilfenol, xlorasetamid, ditiokarbamatlar, TMTD, folpet, metil-2-benzimidazolkarbamat və s. əlavə edilir. Gəmilərin su ilə təmasda olan hissələrini və sualtı konstruksiyalarını yosunlar, mollyuskalar və digər orqanizmlər tərəfindən çirkənlənmədən qoruyan boyalar Cu_2O , $(C_4H_9)_3SnF$, $[(C_4H_9)Sn]_2O$

və həmçinin qalay tərkibli polimerlər, məsələn, tri-butil-qalaymetakrilatın metilmetakrilat ilə birgəpolimerlərindən (1:1) istifadə edilir. Qeyd edilmiş birgəpolimerlər eyni zamanda bağlayıcı rolunu oynayırlar, onların qoruyuculuq müddəti 5 ilə çatır.

Heyvan mənşəli yapışdırıcıları qorumaq üçün əsasən fenollar, digər yapışdırıcılar üçün bis-(tri-butilqalay)oksid, 1-xlorbenzaldoksim, formaldehid törəmələri, 3-benzizotiazolon, p-hidroksibenzoy turşusunun efirləri və benzooy turşusundan istifadə olunur.

ANTIOKSİDANTLAR – bu, sərbəst radikalları (oksigenin aktiv formasını) tutmaq və oksidləşmə-reduksiya proseslərini ləngitmək kimi eyni bir ümumi xassəyə malik müxtəlif quruluşlu spesifik kimyəvi maddələrdir.

Nisbətən geniş yayılmış antioksidantların (aromatik aminlər, fenollar, naftollar və s.) təsir mexanizmi aşağı aktivliyə malik radikallar əmələ gətirməklə reaksiya zəncirini qırmaları ilə müəyyən olunur. Oksidləşmə prosesi hidrosilləri parçalayan birləşmələr (dialkilsulfidlər və s.) iştirakında da zəifləyir. Bu halda sərbəst radikalların əmələ gəlmə sürəti azalmış olur. Antioksidantlar çox kiçik miqdarlarda (0,01-0,001%) belə oksidləşmənin sürətini aşağı salırlar. Buna görə də müəyyən müddət ərzində (induksiya müddəti) sistemdə oksidləşmə məhsullarının alınması müşahidə edilmir. Praktikada oksidləşmə proseslərinin yavaşımada (dayandırılmasında) sinergizm hadisəsi – antioksidantların qarşılıqlı təsiri nəticəsində və ya digər birləşmələr iştirakında təsir effektivnin güclənməsi, böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Təsir effektivnin mexanizminə görə antioksidantları aşağıdakı qruplara ayırmaq olar:

1) Peroksid radikalları ilə reaksiyaya girməklə zənciri qıran inhibitorlar. Bu tip inhibitorlara fenollar, aromatik aminlər, aminfenollar, hidroksilaminlər, çoxnövəli aromatik karbohidrogenlər aiddir. Bu inhibitorların təsir mexanizmi nəzərə çarpancaq dərəcədə peroksid radikalları ilə reaksiyanın sürət sabitindən asılıdır;

2) Alkil radikalları ilə reaksiyaya girməklə zənciri qıran inhibitorlar. Bu inhibitorlara xinonlar, stabil nitroksil radikalları, yod molekulları və s. aiddir;

3) Hidroperoksidləri parçalayan inhibitorlar. Avtooksidləşmə reaksiyalarında əsas inisiatorlar hidroperoksidlərdir (ROOH). Buna görə də hidroperoksidləri sərbəst radikal alınmadan parçalayan birləşmələr – sulfidlər, fosfat turşusunun efirləri, avtooksidləşmə prosesini də zəiflədirlər.

Antioksidantların əsas tipləri.

Alkilfenollar. Bu fenollarda alkiləvəzedicilər 2, 4 və 6 vəziyyətində olur, məs., 2,6-di-üçlü-butil-4-metilfenol (ionol, aqidol 1, alkofen). İonol – müxtəlif növ sintetik kauçuklar üçün stabilləşdiricidir. Təbii, butadien-stirol, butadien-izopren və xlorpren-kauçukları əsasında olan rezinləri termiki oksidləşmə və işıq təsirindən “qocalma”dan mühafizə edir. Rəngsiz və rəngli rezin məmulatlarında istifadə edilir. Adətən 0.5-2.0% miqdarında tətbiq olunur. İonol piylər, yağlar, vitaminlər üçün də antioksidantdır.

Alkilfenolların digər nümayəndələri – 6-üçlü-butil-2,4-dimetilfenol (antioksidant A), 2,4,6,-üçlü-butilfenol (antioksidant II-23, alkafen B), α -metilbenzilfenolların qarışığı (agidol 20, alkafen MB).

Bifenollar. Məsələn, 2,2'-di(4-metil-6-üçlü-butilfenol)metan (antioksidant 2246, agidol 2, bisalkofen) sintetik kauçuklar (butadien-stirol, butadien-nitril, butadien, etilen-propilen, xlorpren, butilkauçuk, xlorbutilkauçuk), tetrahidrofuran əsasında birləşmələr və s. üçün stabilizator olaraq 1.5-2.0 % miqdarında tətbiq olunur. Təbii və yuxarıda qeyd edilmiş sintetik kauçuklar əsasında rezinləri termiki oksidləşdirici və işığın təsiri ilə “qocalma”dan, çoxsaylı deformasiyalar təsirindən dağılmadan mühafizə edir. Rəngsiz və rəngli rezin məmulatlarında istifadə edilir. Tio-bis(alkilfenollarla) birləşmə istifadə edildikdə effektivlik artır. Motor yanacaqları və neft məhsulları üçün də oksidləşməyə qarşı aşqar kimi tətbiqə yararlıdırlar. Ərzaq məhsulları ilə kontaktda olan polimer məhsullarda istifadə olunmasına icazə

verilir. Yüksək ərimə temperaturu bitumlar, qazma məhsulları üçün (xüsusilə karboksimetil sellüloza ilə birlikdə) satabilizatorudur. Bu qrupun digər nümayəndələri – 2,2-metilen-bis(6-üçlü-butil-4-etilfenol) (agidol 7, bisalkofen ЭБ, antioksidant 425); 4,4-metilen-bis(2,6-di-üçlü-butilfenol) (antioksidant 702, Bisalkafen БМ).

Aromatik aminlər. p-Fenilendiamin və hidrogenləşdirilmiş xinolinin törəmələri. Əsas nümayəndələri: N-izopropil-N-fenilendiamin-1,4 (diafen ФП) (antiooksidant 420). Təbii və sintetik kauçuklar əsasında rezin məmulatları termooksidləşdirici, işıq-ozon təsirlərindən “qocalma”dan və deformasiyalar nəticəsində dağılmadan mühafizə edir. 2,2,4-tri-metil-6-etoksi-1,2-dihidroxinolin və mikrokrillik mumla birlikdə daha effektivdir, 1% miqdarında əlavə olunur. Polietilen, polistirol, poliamid üçün termos-tabilizatorudur. 2,2,4-tri-metil-6-etoksi-1,2-dihidroxinolin (xinol ЭД, antioksidant ES) müxtəlif növ sintetik kauçuklar üçün stabilizatorudur, N-izopropil-N-fenilendiamin-1,4-lə birlikdə daha effektivdir. Dozası 1-6 %-dir.

Fosfitlər – trifenilfosfit, tri(p-nonilfenil)fosfit, α -metilbenzil fenilfosfitlərin qarışığı və s. Sintetik kauçuklar üçün stabilizatorlardır.

Antoksidantların kauçukların istehsalında tətbiqi.

Son illərdə tədqiq olunmuş və artıq tövsiyə edilmiş və ya sintetik kauçuk üçün nəzərdə tutulmuş DÜST-lərə daxil etmək üçün təklifləri hazırlanma mərhələsində olan və tələblərə cavab verən antooksidantlar sırasına aşağıda qeyd edilmiş məhsullar daxildir:

a) N-fenil-N-alkil-fenildiaminlərin qarışığı (6 PPD və 7 PPD). Bu birləşmələrdə alkil qrupu kimi 1,3-di-metil və 1,3-dimetilpentenil radikalları istifadə edilir. Bu məhsullara tərkibində 6 PPD-nin və 7 PPD-nin nisbətləri ilə fərqlənən maye Centofleks 134 (“Fleksus” firmasının istehsalı) və Flekzol aiddir.

b) Nisbətən “yüngül” (6 PPD) və fenil həlqəsində azot atomuna N-fenil-N-alkil-p-fenilendiaminlərin qarışığı p-vəziyyətdə

kumilləşdirilmiş “ağır” 6 PPD qarışıqları. Belə antioksidant 35°C-dən yuxarı temperaturalarda asan axıcı maye halına keçir.

“Qocalma” əleyhinə və istismar prosesində rezin məmulatın lazımı keyfiyyət göstəricilərinin qorunub saxlanması üçün antioksidantların tətbiqinə ikinci dünya müharibəsindən sonra başlanılmışdır. Antioksidantlar – 100 hissə kauçuka 1-2 hissə miqdarında götürüldükdə rezinin sərtləşməsi və kövrəkləşməsinin qarşısını alan mürəkkəb üzvi birləşmələrdir. Havanın, ozonun, istiliyin və işığın təsiri rezinin köhnəlməsinin, “qocalma”sının əsas səbəblərindəndir.

Bəzi antioksidantlar rezin məmulatları yumşalma və temperatur təsirindən zədələnmədən də qoruyur.

ANTİOZONANTLAR – rezin məmulatın atmosfer ozonunun təsirinə qarşı dözümlüyü artıran birləşmələrdir. Antiozonantlar müxtəlif mexanizmlərlə təsir göstərə bilirlər. Ozonun ikiqat C=C rabitə ilə reaksiya sürəti təqribən C-C rabitə ilə reaksiya sürətindən 100000 dəfə yüksəkdir. Buna görə də kauçuklar və rezinlər ozonun təsirinə daha tez məruz qalırlar. Doymuş birləşmələr olduqda ozon adətən adi oksidləşmə reaksiyasının inisiatoru rolunu oynayır. Ozon təsiri ilə kauçuk və rezinlərin destruksiyasının qarşısının alınmasının əsas yolu ozonun kauçuk və rezinin tərkibində olan ikiqat rabitələrlə qarşılıqlı təsir reaksiyasından daha sürətlə reaksiyaya daxil ola bilən reagentlər tapmaq, müəyyən etməkdir.

Antiozonantlar rezin məmulatın hazırlanması mərhələsində (kauçukun kütləsinin 1-3% miqdarında) qarışığa daxil edilir və ya məmulatın səthinə inert olaraq çəkilir. Ozon kauçukun ikiqat rabitələri ilə birləşərək qeyri-stabil ozonidlər əmələ gətirir. Bu ozonidlərin parçalanması zəncirin qırılması ilə müşayiət olunur ki, bu da materialın çatlamasına, bəzən isə, material gərgin (dartılmış) vəziyyətdə istismar olunduqda tam dağılmasına gətirib çıxarır. Antiozonantların tətbiqi ilə rezin məmulatların çatlar əmələ gəlməsinə qarşı müqaviməti bəzi hallarda 10 dəfədən də çox artmış olur.

Antiozonantların təsir mexanizminə dair vahid nəzəriyyə mövcud deyil. Kauçukun ozonla reaksiyasına antiozonantın rezi-

nin səthində əmələ gətirdiyi (materialın daxili qatlarından miqra-siyası nəticəsində) təbəqə və ya onun O₃-lə qarşılıqlı təsir reaksi-yasının məhsullarının mane ola biləcəyi güman edilir. Bundan əlavə antiozonant kauçukun ozonlaşmış makromolekulları ilə qarşılıqlı təsirdə ola bilər və bununla da kauçukun destruksiyasına mane ya da destruksiyaya uğramış molekulları strukturlaşmaya uğrada, başqa sözlə “tikə” bilər.

Ümumi formulu N,N¹-ə əvəz olunmuş 1,4-fenilendiamin (RHNC₆H₄NHR¹) olan antiozonatlar daha effektivdirlər. Burada R və R¹ = Alk, Ar radikallarıdır. Bu tip antiozonantlar sırasında qısa alkil əvəzedicisi olanlar daha aktivdirlər, lakin onların tətbiqi yüksək uçucu olmaları və rezin qarışıqlarının vulkanlaşma prose-sinə mənfi təsiri ilə məhdudlaşır. C₇-C₈ alkil və alkilaril əvəzedi-cili 1,4-fenilendiaminlər optimal kompleks xassələrə malikdirlər.

Ən geniş yayılmış və tətbiq tapmış antiozonantlar sırasına:

- N-izopropil-N-fenil-1,4-fenilendiamin (diafen EP);
- N-(1,3-dimetilbutil)-N¹-fenil-1,4-fenilendiamin (diafen 13);
- N,N¹-bis-(1-metilheptil)-1,4-fenilendiamin(antioksidant-30);
- N,N¹-bis-(3-metil-1-etilpentil)-1,4-fenilendiamin (antiok-sidant 31) aiddir.

Xinolinin törəmələri, o cümlədən 2,2,4,-trimetil-6-etoksi-1,2-dihidroksinolin də ozondan mühafizə effektivə malikdir. Büt-ün bu qeyd edilmiş antiozonantlar rezini boyayırlar. Rezini zəif boyayan antiozonantlar, məsələn Ni-dialkilditiokarbomatlar, si-dik cövhəri və benzofuranın bəzi törəmələri rezini güclü boyayan antiozonantlara nisbətən adətən az effektiv olurlar və məhdud tət-biq tapırlar.

Antiozonantın mühafizə effekti rezinin tərkibində onun miq-darı artıqca yüksəlmiş olur. Praktikada rezinin tərkibinə müxtəlif kimyəvi quruluşa malik iki və ya üç birləşmə daxil edilir. Bu za-man, bir qayda olaraq hər bir antiozonantın miqdarı kauçukun küt-ləsinin 2-3 kütlə hissəsi qədərindən çox olur. Çox vaxt antiozo-nantlar mühafizəedici liflərlə birləşdirilən tətbiq olunur.

ANTIPIRENLƏR – məmulatı yanmadan qoruyan birləşmələrdir. Polimerin yanması çox mürəkkəb fiziki-kimyəvi proses sayılır. Bu prosesə destruksiya və tikilmə-strukturlaşma ilə bağlı kimyəvi reaksiyalar, polimerin kondensləşmiş fazada karbonilləşməsi (və həmçinin, qaz fazada məhsulların kimyəvi çevrilmə və oksidləşmə) reaksiyaları, həm də fiziki proseslər, intensiv istilik- və kütlə ötürmə prosesləri daxildir. Kondensləşmiş fazada gedən reaksiyalar praktiki olaraq əsas iki tip məhsulların alınmasına gətirib çıxarır: qaz halında olan maddələr (yanan və yanmayan) və bərk məhsullar (karbon tərkibli və mineral). Reaksiya qaz fazada gedən zaman alovlanmadan əvvəl alovlanma üçün yanacaq, his və s. əmələ gəlir.

Polimerlərin termiki destruksiyası zamanı tərkibində oksigen ilə reaksiyaya girərək sərbəst radikallar əmələ gətirən, C-C və C-H qrupları saxlayan, uçucu parçalanma məhsulları ayrılır. Alovlanmaya meyliyin və alovun yayılma sürətinin HO• radikallarının əmələ gəlmə sürətindən asılı olduğu güman edilir. CO₂ və H₂O əmələ gəlməsinə gətirib-çıxaran reaksiyalar yüksək istilik ayrılması ilə gedir. Bu istilik oksidləşmə reaksiyasının öz-özünə sürətlənməsi və sonradan yanma üçün şərait yaradır. Yüksək temperaturlarda antipirenlər əsasən çox aktiv HO• radikalları ilə reaksiyaya girən halogen radikalları əmələ gətirməklə parçalanırlar.

Halogen tərkibli birləşmələrin effektivliyi C–X rabitəsinin nə qədər asan dissosiasiya olunması ilə müəyyən olunur. Yəni, antipirenin effektivliyi nəinki halogenin miqdarından, habelə onun birləşdiyi radikaldan da asılıdır.

Yanğın zamanı yüksək temperaturun təsiri altında (200°C və daha yüksək) polimerin pirolizi, yəni yüksəkmolekullu polimerlərin və ağac kütləsinin kiçik molekullu karbohidrogenlərə parçalanması prosesi başlayır. Sonradan karbohidrogenlər yüksək istilik ayrılması və parçalanma məhsullarının alınması ilə bu oksidləşmə reaksiyalarına (yanmaya) məruz qalırlar.

Ağac kütləsinə və polimer materialları yanmayan və ya tamamilə yanğın təhlükəsi olmayan materiala çevirmək mümkün de-

yildir. Lakin onların alışma və yanmaya köməkçi olmaq qabiliyyətini azaltmaq mümkündür. Bu məqsədlə bəzi oduncaq-polimer kompozisiyaların (OPK) tərkibinə alovlanmanı çətinləşdirən və alovun yayılma sürətini azaldan əlavələr–antipirenlər daxil edilir.

Termoplastik OPK üçün antipirenləri iki qrupa bölmək olar:

- intumessent (köpüklənən) əlavələr;
- polimerlə mexaniki qarışa bilən əlavələr.

İntumessent əlavələr polimerin yanmasını ilkin mərhələdə, yəni polimerin termiki yanan qaz halında məhsulların ayrılması ilə müşayiət olunan parçalanması zamanı dayandırır. İntumessent prosesi yanan polimerin səthinin kokslaşması və köpüklənməsindən ibarətdir. Polimerin səthində əmələ gələn koksun, göz-göz, nahamar qatı yanan materialı istilik axınının təsirindən və ya alovdan qoruyur.

Bu tip mexaniki əlavələrin arasında üç qrup əlavə daha geniş yayılmışdır:

- halogen atomu saxlayan birləşmələr;
- fosfor atomu saxlayan birləşmələr;
- metal hidrokksidləri, məsələn, alüminium hidrokksid, silisium oksidi, maqnezium hidrokksid, fosfat efiri, sink borat.

Antipirenlər kimi çox zaman xlor və brom saxlayan birləşmələr tətbiq olunur. Belə ki, bu birləşmələr qiymət/keyfiyyət nisbəti baxımından daha sərfəlidir. Brom saxlayan antipirenlərin nomenklaturası və istifadə həcmi xlor saxlayan birləşmələrdən yüksəkdir. Belə ki, bromlu antipirenlər, onların yanma məhsulları az uçucu olduğu üçün xlorlu antipirenlərlə müqayisədə daha effektivdir. Bundan başqa, xlor saxlayan antipirenlərdə xlor geniş temperatur intervalında ayrılır, buna görə də qaz fazada onun miqdarı az olur, bromlu antipirenlər dar temperatur intervalında parçalandığı üçün qaz fazada bromun optimal qatılığı təmin olunur. Son zamanlar xlorun tətbiqi - bu birləşmələrin toksiki olması səbəbindən ictimai təşkilatların təzyiqi nəticəsində olduqca azalmışdır.

Bromlu epoksioliqomerlər (BEO) konstruksiya termoplastları (PET, PBT, PA6, 66 və s.), termoplastik poliuretanlar və PK/ABS qarışıqlar üçün tətbiq olunur. Yüksək molekul kütləsinə

malik olmaları sayəsində kompozisiyanın tərkibindən miqrasiya olunmurlar, yüksək termiki stabilliyə və kimyəvi davamlılığa malik olurlar.

Tetrabromflüor anhidridi və onun törəmələri – Bu birləşmələr reaktoplastlarda və poliuretanlarda istifadə olunur. PVX və termoelastoplastlarda da istifadə oluna bilər.

Tribromneopentanol (TBNP) – tərkibində 70% birləşmiş brom saxlayır. İstilik və işıq təsirinə qarşı çox yüksək davamlığa malikdirlər. Sintez mərhələsində daxil edilir və polimerlərlə kimyəvi qarşılıqlı təsirdə olur. Hidrolitik destruksiyaya məruz qalmır. Poliollarda yaxşı həll olma qabiliyyəti onun yanmayan poliuretanların hazırlanma prosesində tətbiqini daha səmərəli edir.

Xlor saxlayan antipirenlər – tərkibində yüksək miqdarda xlor saxlayır və qaz fazada təsir göstərirlər. Çox zaman sinergist kimi silisium oksidlə birləşmə istifadə olunur. Xlor saxlayan antipirenlər nisbətən ucuz, işıq təsirinə qarşı yüksək stabilliyə malikdirlər, lakin yanğın təhlükəsizliyində arzu olunan məqsədə nail olmaq üçün bu tip antipirenin çox miqdarda istifadəsi tələb olunur. Brom saxlayan antipirenlərlə müqayisədə onlar daha az termostabildirlər və avadanlığın korroziyaya uğramasına daha çox meyillidirlər.

Əsasən üç tip xlor saxlayan antipirenlər tətbiq olunur:

- xlorlaşdırılmış parafinlər;
- xlorlaşdırılmış alkilfosfatlar;
- xlorlaşdırılmış tsikloalifatik karbohidrogenlər.

Xlorparafinlər tərkibində 72 %-dək xlor olmaqla, sintezdə xammal kimi istifadə edilmiş karbohidrogen radikalının uzunluğundan asılı olaraq, maye və ya bərk halda istehsal olunurlar. Çox vaxt dioktilftalat (DOF) və ya dibutilftalatla (DBF) birləşmə PVX-da istifadə olunur. Əsas tətbiq sahəsi – linoleum və kabel izolyasiyasıdır.

Xlorlaşdırılmış tsikloalifatik karbohidrogenlər. Bu sinfin əsas nümayəndəsi – dodekaxlordimetildibenzotsiklooktandır. Bu birləşmə poliamidlər və poliolefinlər daxil olmaqla geniş çeşidli polimerlər üçün tətbiq oluna bilər. Çox zaman silisium oksid və

sink borat kimi sinergistlərlə birgə istifadə olunur. Adı çəkilən antipirenlər kompleks dəyərli xassələrə malikdirlər:

- istiliyə qarşı yüksək davamlılıq – 320°C-dək;
- işıq təsirinə qarşı yüksək davamlılıq;
- səthə miqrasiya olunmurlar;
- polimeri plastifikasiyaladırmırlar;
- çox az tüstü əmələ gətirirlər;
- aşağı sıxlığa malikdirlər və ucuzdurlar.

ANTİPİRENLER ÜÇÜN SİNERGETİK QARIŞIQLAR. Halogen saxlayan antipirenlərin böyük hissəsi silisium oksidlər ilə sinergetik qarışıqlar halında tətbiq edilir. Silisium oksid özlüyündə yanmanı dayandırmır, belə ki, o, əksər plastik kütlələrin alışma temperaturundan yüksək temperaturda əriyir. Lakin halogen saxlayan birləşmələrlə qarışıqda silisium oksidi halogenidlər və oksihalogenidlər əmələ gətirir. Alınan bu birləşmələr alışma temperaturunda qaz halında olur və yanan qazların qatılığını azaldır. Bundan başqa, halogenidlər və oksihalogenidlər eynilə HCl və HBr kimi, OH• radikallarını udur.

Antipiren seçərkən bir neçə amili nəzərə almaq lazımdır. Onlardan əsası – polimerin tipi və yanğın təhlükəsizliyi üzrə irəli sürülən tələblərdir. Digər mühüm şərt – antipiren məmulata əlavə edilən zaman onun termostabilliyi, ərimə temperaturu, polimerlə qarışma dərəcəsidir. Antipirenin effektivliyi onların disperslik dərəcəsindən və ya polimerdə həllolma qabiliyyətindən asılı deyildir. Belə ki, yanmanı tormozlama ilə bağlı baş verən reaksiyaların əksəriyyəti qaz fazada gedir. Ona görə, əlavələrin effektivliyi halogen radikalların diffuziya sürəti və onların sərbəst radikallarla qarşılıqlı təsir sürətindən asılıdır. Bununla yanaşı, antipirenin fiziki-mexaniki, elektrik və digər xassələrə təsirini də nəzərə almaq lazımdır. Bu zaman bərabər dispersləşmə faktorunu mühüm sayılır. Bundan başqa, antipireni seçərkən halogen radikallarının polimerin pirolizinin yanar məhsulları ilə eyni temperaturda əmələ gəlməsi tövsiyə olunur. Beləliklə, sərbəst radikalları udan tərkiblər yanacaq ilə eyni vaxtda qaz fazada ola-

caq və nəticədə, antipirenin maksimal təsir effekti təmin olunacaq. Halogen radikallarının əmələ gəlmə sürəti elə olmalıdır ki, aktiv radikalların udulması səthdə olan temperaturun uçucuların alovlanma temperaturundan yuxarı olduğu müddət ərzində baş verə bilsin.

Fosfor saxlayan sinergetik birləşmələr üzvi və qeyri-üzvi ola bilər. Onlar qaz və ya kondensləşmiş fazada, bəzən hər iki fazada aktiv olur. Fosforlu birləşmələrin aktiv H^\bullet və OH^\bullet radikalları udan və bununla da alovun yayılmasına şərait yaradan PO^\bullet radikalı vasitəsilə qaz fazada təsir göstərdiyi güman edilir. Kondensləşmiş fazada antipirenin parçalanması zamanı fosfat turşusunun qalıqları əmələ gəlir. Onlar dehidratasiya edici agent kimi təsir edərək, karbonlaşmış strukturun yaranmasına səbəb olur. Bu zaman, həmçinin divarın effekti hesabına, radikalların dezaktivləşməsinə səbəb olan aerosol əmələ gələ bilər.

Qırmızı fosfor heterozəncirli polimerlər (PET, PK və s.) üçün ən münasib antipiren sayılır. Xüsusi üsul üzrə emal olunan qırmızı fosfor poliamidlərdən hazırlanan elektrotexniki məmulatların oddan müdafiə olunmasında istifadə olunur. Köpükləndirici və karbonlaşmış agentlərlə kombinə olunduqda intumessent antipirenlərdə tətbiq edilir. Fosforun toksikiliyinə və qırmızı rənginə görə tətbiqi məhduddur.

Tri-arilfosfatlar – Tri-fenilfosfat (TFF) – PK/ABS qarışığında və polifenilen oksiddə tətbiq edilir. Trikrezilfosfat (TKF) əsas etibarlı ilə plastifikator kimi PVX və stiroulun polimerlərində oda davamlılığını artırmaq üçün istifadə olunur.

Diarilfosfatlar – rəngsiz mayelər olub, əsasən PK/ABS, PBT, PFO qarışıqlarında istifadə edilir. Bunlar az uçucu, istiliyə davamlı, triarilfosfatlarla müqayisədə daha aşağı plastifikat effektivliyi məhsullardır. Adətən bu birləşmələrin 10-15% miqdarında daxil edilməsi UL-94 üzrə müvafiq odadavamlılıq sinfinə nail olmaq üçün kifayətdir. Onlar hidrolitik destruksiyaya qarşı yüksək davamlığa malikdirlər.

Alkilfosfonatlar – bu sinif birləşmələrin yüksək effektivliyi tərkibdə yüksək miqdarda fosforun olması ilə izah olunur. Lakin

bu antipirenlərin yüksək uçuculuğu sərt poliuretan köpüklərdə və yüksək doldurulmuş poliefirlərdə onların tətbiqini məhdudlaşdırır.

Tsiklik oliqomer fosfonatlar – belə birləşmələrin yüksək öz-lülüyə malik olması onların təmiz halda istifadəsini çətinləşdirir. Çox vaxt superkonsentratlardan istifadə olunur. Əsas etibarlı ilə bu birləşmələr PET-dən yanmayan liflər hazırlamaq üçün tətbiq edilir. PET-də aktiv komponentin cəmi 6% miqdarında olması bu məhsula qarşı irəli sürülən bütün tələbləri təmin edir. Az uçuculuğa malik olduğu üçün sərt poliuretan köpüklərdə istifadə oluna bilər.

Metal hidroksidlər – Alüminium və maqnezium metal hidroksidləri tətbiq həcminə görə (bütün antipirenlərin həcmninə 40%-dən artıq) antipirenlər arasında birinci yeri tutur. Bu, halogenlər və ya fosfor sistemləri ilə müqayisədə ucuzdur. Qeyri-üzvi hidroksidlər yüngül olub, toksiki deyil. Metal hidroksidlər əsasında düzgün seçilmiş sistem parçalanma zamanı az miqdarda tüstü ayrılan, ucuz, yanmayan material almağa imkan verir.

Hidroksidlərin antipiren kimi tətbiqi halogen saxlayan birləşmələrin ətraf mühitə təsirindən təşvişə düşən ekoloji təşkilatların təzyiqi nəticəsində daim artır. Alüminium hidroksidin tətbiqi xüsusi ilə ekoloji təşkilatların sözü keçərlili olan Avropada sürətlə artmaqla davam edir. Bu antipirendən poliiolefinlərdə, PVX, termoelastoplastlarda və s. geniş istifadə olunur. Ən yüksək effektivlik alüminium hidroksiddən oksigenli polimerlərdə (PET, PBT, PA) istifadə zamanı müşahidə olunur.

Maqnezium hidroksid – zərrəciklərin ölçüsü 0.5-dən 5 mkm-dək olan ağ tozdur. Alüminium hidroksiddə olduğu kimi, müvafiq oddan müdafiə effekti əldə etmək üçün polimer kütləsinin 50-70% miqdarında daxil edilir. Maqnezium hidroksid alüminium hidroksiddən bəzi hallarda daha azdır. Lakin onun, daha yüksək termostabilliyə (300°C-dək) malik olması və buna əsaslanaraq konstruksiya termoplastlarının emalı zamanı tətbiq oluna bilməsi danılmazdır. Əsas etibarlı ilə polipropilendə, ABS plastiklərdə və polifenilen oksidin emalında istifadə

olunur. Bu antipirendən termoplastik poliefirlərdə (PET, PBT) istifadə etmək tövsiyə olunmur. Belə ki, o, bu polimerlərin destruksiyasını sürətləndirir.

Melamin və onun törəmələri – kiçik, lakin bazarın kifayət dərəcədə sürətlə inkişaf edən seqmentidir. Melamini, onun homoloqlarını, üzvi və qeyri-üzvi turşularla (bor, sianid və fosfat turşuları) duzlarını özündə cəmləşdirir. Melamin əsaslı antipirenlər melamini, onun homoloqlarını, üzvi və qeyri-üzvi turşularla (bor, sianid və fosfat turşuları) duzlarını özündə cəmləşdirir və kompleks dəyərli xassələrə malik olurlar – yanmaqdan müdafiə həm fiziki (endotermik parçalanma, intumessensiya, yanar qazların qatılıqlarının azaldılması və s.), həm də kimyəvi (radikalların udulması və karbonlu strukturların əmələ gəlməsi) mexanizmlər üzrə gedir. Bundan əlavə, melamin əsaslı birləşmələr bəhə olmur, toksiki deyil və avadanlığı korroziyaya uğratmırlar.

Hal-hazırda əsasən köpüklənməyən və termoplastik poliuretanlarda, poliamidlərdə, poliiolefinlərdə və termoplastik poliefirlərdə tətbiq edilirlər.

Sink borat – PVX, poliiolefinləri, poliamidləri, elastomerləri və epoksid qatranlarını yanmaqdan qorumaq üçün tətbiq edilir. Halogen saxlayan sistemlərdə silisium oksid ilə birgə, halogensiz sistemlərdə isə metal hidrokksidləri və ya qırmızı fosfor ilə birgə tətbiq olunur.

Silisium üzvi birləşmələr – məmulatın səthində qoruyucu təbəqə əmələ gətirir. Modifikasiya olunmuş silisium üzvi poliuretanlar emal edilməmişlərlə müqayisədə daha odadavamlıdırlar. PK və PK/ABS qarışıqları üçün silisium üzvi birləşmələr əsasında əlavələr işlənib hazırlanmışdır. Alınan materiallar yüksək fiziki-mexaniki xassələrə və odadavamlılığa malik olurlar.

Nanokompozitlər – laylı ultramikrodispers doldurucularla, əsas etibarlı ilə kaolin ilə doldurulmuş polimerlərdir. PA6 və PS əsasında alınan nanokompozitlər üzərində aparılan tədqiqatlar 5% ultramikrodispers kaolinin daxil edilməsi ilə istiliyin ayrılma

sürətinin 63% azaldığını göstərir. Yanma zamanı istilik izolyatoru kimi təsir göstərən və yanar qazların ayrılmasına mane olan təbəqə əmələ gəlir.

ANTIPLASTİFİKASIYA – Bəzən relaksasiya keçidi (β -relaksasiya keçidi) şüşələşmə temperaturundan aşağı olan polimerlərə az miqdarda plastifikator daxil edilən zaman şüşələşmə temperaturunun qanunauyğun surətdə aşağı düşməsinə baxmayaraq, elastiklik və möhkəmlik modulunun yüksəlməsi müşahidə olunur.

Antiplastifikasiya nəinki polimerin və plastifikatorun qatılığı və təbiəti ilə, habelə nümunələrin temperatur-zaman hazırlanma şəraiti ilə də müəyyən edilir. Bir qayda olaraq, antiplastifikasiyalaşma plastifikatorun kiçik miqdarında, nümunənin sınaqdan qabaq uzun müddətli formalaşması zamanı və molekul kütləsi kritik həddi aşmayan halda baş verir. Bundan başqa, antiplastifikasiyalaşma effekti yalnız şüşəyə bənzər halda müşahidə olunur.

Polimerin modulunun artması və sıxlığının yüksəlməsi bir sıra səbəblərlə əlaqədardır. Onlardan başlıcası – polimer və plastifikator yerdəyişməsinin mənfi entropiya hesabına molekullarası qarşılıqlı təsir qüvvəsinin güclənməsidir. Digər səbəb – kiçik miqdarda plastifikator əlavə edilən zaman polimerin struktur nizamının yüksəlməsidir.

Antiplastifikasiyalaşmanın digər səbəbi plastifikatorun təsiri altında makromolekulların mütəhərrikiyinin artması nəticəsində polimerin əlavə kristallaşmasıdır. Bu isə, kristal sahələrin daha yüksək modulu hesabına elastiklik modulunun artmasına gətirib çıxarır.

ANTİSTATİKLƏR – istismar zamanı materiallarda statik elektricləşmənin qarşısını alan maddələrdir. Onlar polimerlərə antistatik xassələr verir və bütün polimerlərə xas olan, statik effektdən qurtulmağa imkan verir.

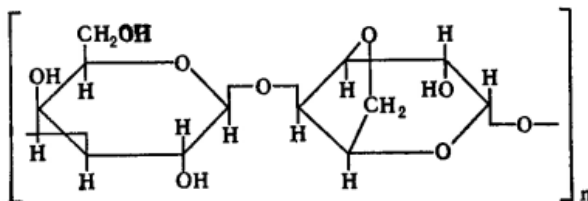
Sənayedə istehsal olunan polimerlər dielektrikdirlər. Polimerlərdən məmulatların hazırlanması və istismarı zamanı onların səthində elektrik yükü yaranır və toplanır. Bunun qarşısını almaq üçün əsas iki yanaşmadan istifadə olunur.

Birincisi – polimerin tərkibinə səthi müqaviməti azaldan, müxtəlif antistatik səthi-aktiv maddələr daxil edilir. Belə maddələr kimyəvi tərkibinə görə ikiqat rəbitəlidir (döndü amonium əsasları, aminlər və s.). Daxil edilən antistatiklərin miqdarı, bir qayda olaraq, 2 %-dən artıq olmur.

İkinci yanaşma – polimer matrisaya elektrik keçirici doldurucuların daxil edilməsidir. Bu məqsədlə həm metallardan, həm də onların birləşmələrindən (gümüş, nikel, mis) istifadə oluna bilər. Bu dolduruculara qarşı irəli sürülən tələblər: optimal disperslik və zərrəciklərin səthində oksid təbəqəsinin olmamasıdır. Elektrik keçirici doldurucuların miqdarı və onların polimer matrisada paylanması kompozitdə cərəyan keçirici körpücükələrin əmələ gəlməsini təmin etməlidir. İkinci yanaşma çox yüksək elektrik keçiriciliyinə malik texnoloji kompozitlər almağa imkan verir (alüminium səviyəsində). Məsələn, antistatikin və ya yağlayıcının daxil edilməsi plastifikasiyaedici təsir də göstərir. Tozvari antipirenlər isə materiala dispers doldurucu kimi təsir göstərir. Beləliklə, polimer materialı bu və ya digər keyfiyyətdə formalaşdırarkən, onun tərkibində olan hər bir komponentin alınan kompozitin xassələrinə kompleks təsirini qiymətləndirmək lazımdır.

AQAR - Aqar makromolekulların əsasən sulfat turşusu ilə efirləşməsindən alınan D-qalaktozalar və 3,6- anhidro-L- qalaktozalar manqalardan ibarət olan dəniz yosunlarının polisaxaridlərinin qarışığıdır.

Aqar polisaxaridləri iki əsas fraksiyaya bölürlər: aqaroza və aqaropektin. Aqarozə xətti polimer olub növbələşən D- qalaktopiranozalar və 3,6- anhidro- L- qalaktopiranozalar qalıqından ibarətdir. Bəzi D-qalaktopiranozaların qalıqları b vəziyyətində sulfatlaşmış olurlar.



Aqaropektin – mürəkkəb quruluşlu sulfatlaşmış polisaxarid qarışığı olub, tərkibində üzüm turşusu və O- β-D–qalaktopiranozido –(1-4)-3,6-anhidro-L-qalaktoza manqaları olur – bu polisa-xaridlərin quruluşu təyin edilməmişdir.

ASBOTEKSTOLİT - asbest parça əsasında laylı plastikdir. Adətən asbotekstolitlərin istehsalında 10-15%-dən artıq olmayaraq pambıq lifi əlavə edilməklə KV-6, KV-30 və AT-1 markalı xrizotil asbest lifi istifadə olunur. Pambıq lifinin miqdarının artırılması ilə asbotekstolitə möhkəmliyi yüksəlir, lakin onun istiliyə davamlılığı azalır. Bəzən asbest və sintetik lif kombinasiyalı parçalardan istifadə olunur. Asbotekstolitdə bağlayıcı tərkib kimi əsasən rezol tipli fenol (krezol)formaldehid, nisbətən az halda melaminformaldehid qatranları, furfurool, silisium-üzvi qatranlar və politetraflüoretin suspenziyası istifadə edilir.

Asbotekstolitdə qatranın miqdarı 40-50% təşkil edir.

Bəzi xüsusi markaları asbotekstolitə istehsalında bağlayıcı tərkibə istiliyə davamlı tozvari doldurucular (məsələn, silisium dioksid) daxil edilir.

ASETAT LİFLƏRİ- süni liflərə aid olub, sellüloz asetatlarından formalaşır. Asetat lifinə irəli sürülən tələbatdan asılı olaraq, onların istehsalı üçün müxtəlif efirləşmə dərəcəsinə malik asetilsellülozadan (texniki adı sellüloza asetatı) istifadə olunur:

1) $\gamma=290-300$ olan triasetat sellüloza lifi (γ - sellüloza makromolekulunun 100 sadə bəndində əvəz edilmiş OH-qrupunun sayı)

2) $\gamma=240-260$ olan asetat lifləri adlanan qismən sabunlaşmış triasetat sellüloza (ikinci emaldan alınan asetilsellüloza)

Asetat lifləri istehsalında istifadə olunan asetilsellüloza aşağıdakı tələblərə cavab verməlidir: 1) seçilmiş həlledicidə, şəffaf, özlü, qatılaşmış məhlul əmələ gəlməsi ilə tam həll olmalıdır; 2) çox az miqdarda qarışıqlar (izomer) və asetilləşməmiş sellüloza saxlamalı; 3) 250-300 hədd daxilində orta polimerləşmə dərəcəsi və (polimerləşmə dərəcəsi 150-dən aşağı olan fraksiyanın miqdarı 8%-dən çox olmamalı) dar molekul kütlə paylanması; 4) bircinsli kimyəvi tərkibə malik olmalı; 5) yüksək termiki stabilliyə malik

olmalı (termiki parçalanma başlanğıcı 210°C-dən yuxarı; 6) sərbəst turşunun miqdarı minimal, 0,01%-dən az olmalı.

Asetat liflərindən olan məmulatların xarakterik xüsusiyyəti - ultrabənövşəyi şüaları buraxma qabiliyyətlidir. Asetat liflərinin boyanması üçün xüsusi növ boyaqlardan istifadə edilməlidir; asetat, yaxud dispers hidrosellüloz liflərin boyadılması üçün adi boyaqlar yararsızdır.

Sellüloza asetatları - sellülozanın digər efirləri kimi xüsusən yüksək temperaturlarda hətta durulaşdırılmış qələvi məhlulların təsirinə az davamlıdır. Bunu asetat lifli məmulatların yuyulması zamanı nəzərə almalı və yalnız neytral yuyucu vasitələrdən istifadə edilməsi vacibdir.

Asetat liflərindən müxtəlif trikotaj məmulatların (alt paltar, donlar, köynəklər, plisə olunmuş materiallar) və astarlıq parçaların hazırlanmasında geniş istifadə olunur. Asetat saplar donluq parçaların hazırlanmasında digər liflər ilə qarışıq şəkildə də geniş istifadə olunur. Bu zaman maraqlı rəng effektləri əldə etmək olur. Belə ki, bu sapları yalnız xüsusi boyalardan istifadə etməklə rəngləyirlər.

ATOM-EMİSSİYA SPEKTROSKOPİYASI (AES) və ya atom-emissiya spektral analiz – qaz fazada sərbəst atom və ionların spektrlərinin öyrənilməsinə əsaslanan analiz üsullarının cəmiyyəti. Adətən emissiya spektrləri daha əlverişli optiki sahədə, 200-1000 nm dalğa uzunluğunda qeyd olunur. Spektrlərin >200 nm sahədə qeydiyyata üçün havada qısa dalğalı şüaların udulmasının qarşısını almaq məqsədi ilə vakuum spektroskopiyasının tətbiqi tələb olunur. >1000 nm sahəsində spektrləri qeydə almaq üçün xüsusi infraqırmızı və ya mikrodalğalı detektorlar tələb olunur.

AES - qazvari, maye və bərk maddələrdə, o cümlədən də yüksək təmizlikli maddələrdə, müxtəlif elementlərin identifikasiyası və miqdarının təyini üçün ən geniş yayılmış yüksək həssaslıqlı ekspress metodudur. Bu metod sənaye istehsalına nəzarət etmək üçün, faydalı qazıntıların axtarışında və emalında, bioloji,

tibbi və ekoloji tədqiqatlarda və s. geniş tətbiq olunur. Digər optiki spektral, habelə bir çox kimyəvi və fiziki-kimyəvi analiz metodları ilə müqayisədə AES-nin əsas üstünlüyü – qatılığın geniş intervalında nümunənin kiçik kütləsindən istifadə edərək, dəqiqliklə, kontaktsiz, ekspress surətdə çoxlu sayda elementlərin eyni vaxtda miqdarı təyindir.

Atom-emissiya spektral analiz aşağıda göstərilən əsas mərhələlərdən ibarətdir:

- nümunənin hazırlanması;
- analiz olunacaq nümunənin buxarlanması (əgər qaz halında deyilsə);
- dissosiasiya - onun molekullarının atom halına keçirilməsi;
- nümunədə elementlərin atom və ionlarının şüalanmasını həyəcanlandırmaq;
- həyəcanlanma göstəricilərinin spektrə yerləşdirilməsi;
- spektrlərin qeydiyyatı;
- nümunənin element tərkibini təyin etmək məqsədilə spektral xətlərin identifikasiyası (keyfiyyət analizi);
- miqdarı təyin ediləcək nümunə elementlərinin analitik xətlərinin intensivliyinin ölçülməsi;
- qabaqcadan dərəcələrə bölünmüş asılılıqların köməyi ilə müəyyən edilmiş elementlərin miqdarı tərkibinin təyini.

– B –

BALATA - *Mimusops balata* tropik qutta ağacından alınmış lateksin koaqulyasiya məhsuludur. Lateksin koaqulyasiyası öz-özünə baş verir və digər bitki quttalarının latekslərindən daha yavaş gedir. Koaqulyasiyanı günəş işığı və ya istiliyin təsiri ilə sürətləndirirlər. Lövhə şəklində Balata əldə etmək üçün lateks kiçik yastı nimçələrə, qablara tökülür və günəş işığında qurudulur. Blok şəklində balataları almaq üçün, lateks koaqulyasiya halına

qədər buxarlandırılır, qurudulur və böyük bloklara preslənir. Löv-
hə Balata bloka nisbətən daha quru və təmiz məhsuldur.

Hazır məhsul olan Balata əsasən quttaperçanın quttasına bənzəyən, tərkibində mineral qarışıqlar, nəm və təbii antioksi-
dantlar saxlayan, qutta- adlanan karbohidrogendən ibarətdir. Tex-
niki Balatanın qiyməti onun tərkibindəki qutta ilə müəyyən edilir.

Balata quttaperça ilə müqayisədə daha yumşaqdır, çünki onun tərkibində daha çox yumşaq qatranlar var və bu, məhsulun termoplastikliyi və bir çox digər xüsusiyyətlərini müəyyən edir. Balata qatranlarının tərkibi quttaperça qatranlarının tərkibi kimi az öyrənilmişdir. Löv-
hə balatada qatranların miqdarı 45-50%, blok balatada 50-55% təşkil edir. Praktikada əsasən təmizlənmə-
nin çətinliyi səbəbindən tərkibdə müxtəlif miqdarda qatranlar saxlayan balata istifadə olunur. Texniki balatanın tərkibində qa-
lan müəyyən miqdarda qatran hazır məhsulların formalaşdırılma-
sını asanlaşdırmaq üçün faydalı ola bilər. Balatanı spirtlər və ya ketonlarla ekstraksiya etməklə tərkibində 96-98% qutta saxlayan buynuzə bənzər məhsul əldə etmək olur.

Texniki Balata dəriyə bənzər məhsuldur, rəngi açıq sarıdan qəhvəyi rəngə qədər dəyişir. 20°C temperaturda Balata kristal-
laşır; 50-70°C-yə qədər qızdırıldıqda, tədricən plastiklik əldə et-
məklə amorf kaucuka bənzər vəziyyətə keçir. 70°C-dən yuxarı temperaturda Balatada kristallik faza qalmır, şəffaflığı isə sax-
lanır. Mənfi 30°C-ə qədər soyudulduqda Balata şəffaflığını itirir və kristallaşma başlanır. Mənfi 44 ilə mənfi 67°C arasında olan temperaturda Balata kövrəkləşir. Balatanın müxtəlif növləri üçün yuxarıda qeyd olunan keçid temperatur nöqtələri fərqlidir və bu, əsasən balatanın tərkibində, qatranların miqdarına görə müəyyən edilir.

Balatadan quruluşuna, xassələrinə və istehsal üsullarına görə təbii kauçuk və quttaperçanın müvafiq törəmələri ilə eyni olan tsiklobalat, hidrobalat, etnahidrobalat törəmələri əldə etmək olar. Balata təbii kauçuk və quttaperça ilə eyni agentlərlə vulkanizasiya olunur.

Elektrik izolyasiya xüsusiyyətlərinə, qaz və nəm keçiriciliyinə, termoplastikliyinə, kimyəvi stabilliyinə və digər xüsusiyyətlərinə görə Balata quttaperçaya bənzəyir: sualtı kabellərin, kimyəvi cəhətdən davamlı çənlərin, qablaşdırma və kipləşdirici materialların hazırlanmasında və s. istifadə olunur. Quttaperça kimi Balatanın istehlak həcmi aşağıdır.

BƏRKİDİCİLƏR - bu birləşmələr, reaksiya qabiliyyətli oliqomerlərin bərkiməsinə səbəb olurlar. Təsir xarakterinə görə aşağıdakı bərkidicilər fərqləndirilir:

1. Əsl bərkidicilər, molekulları oliqomerin funksional qrupları ilə reaksiyaya girən və alınan polimerin strukturuna daxil olan maddələrdir.

2. Bərkimədə istifadə edilən inisiatorlar və katalizatorlar.

Bərkidicilərdən tərkibində az sayda funksional qrupları olan və ya üçölcülü homopolimer əmələ gətirməklə bir-birilə reaksiyaya girə bilməyən oliqomerləri strukturlaşdırmaq, bərkitmək üçün istifadə edilir.

Bərkidici inisiatorlar - bunlar bərkimə, strukturlaşma şəraitində sərbəst radikalların əmələ gəlməsi ilə parçalanan maddələrdir. Onlar tərkibində doymamış qruplar olan oliqomerlərin radikal polimerləşmə mexanizmi ilə bərkiməsinə səbəb olurlar. Poliefir qatranlarına bərkidici inisiatorlar əlavə edilməsi strukturlaşma temperaturunu 20°C aşağı salmağa imkan verir.

Bərkidici katalizatorlar bərkimə prosesini sürətləndirirlər. Katalizator üçölcülü torun yaranmasında iştirak etmir, bərkimiş materialda qalır və onun xassələrinə təsir edə bilər.

Bərkidicilərdən ancaq tərkibində funksional qrupları olan reaksiya qabiliyyətli oliqomerlərin strukturlaşmasında istifadə olunur. Bunlara novolak və rezol tipli fenolformaldehid oliqomerləri, epoksid və alkid qatranları, həmcinin poliefir maleinatlar və poliefir akrilatlar aiddir.

Bərkidicinin miqdarı bərkimiş oliqomerin tərkibində reaksiya qabiliyyətli funksional qruplara stexiometrik olmalıdır. Bərkidicinin miqdarının kifayət qədər olmaması reaktoplastın fiziki xüsusiyyətlərinin kəskin pisləşməsinə, bərkidicinin artıq olması isə

onun plastifikasiyasına və nəticədə istilik müqavimətinin və elastiklik modulunun azalmasına səbəb olur.

Bərkidicilər oliqomerdə həll olmalıdırlar (o cümlədən onun əriməsi də daxil olmaqla), texnologiyaya uyğun olaraq kompozisiyanın tələb olunan yaşama müddətini, bərkimə sürətini və tam strukturlaşmanı təmin etməli, toksiki olmamalıdır.

Kifayət qədər yaşama müddəti və prosesin izotermik şəraitində yüksək bərkimə sürəti biri-birini qarşılıqlı inkar edən, eyni zamanda bir araya sığmayan xüsusiyyətlərdir. İstənilən effekti əldə etmək üçün mərhələli istilik rejimi, UB radiasiya, eləcə də müxtəlif inisiyatorlar və katalizatorlar istifadə olunur.

BIOPOLİMERLƏR- təbii yüksəkmolekullu birləşmələrdir və canlı orqanizmlərin hüceyrələrini əmələ gətirən, onları bir-biri ilə əlaqələndirən birləşmədir. Biopolimerlərə zülallar, nuklein turşuları, polisaxaridlər və qarışıq biopolimerlər aiddir. Biopolimerlər müxtəlif bioloji funksiyaları yerinə yetirərək orqanizmlərin normal fəaliyyətini təmin edirlər.

Bioloji funksiyalar. Zülallar canlı orqanizmlərdə müxtəlif funksiyaları yerinə yetirə bilər: biokimyəvi reaksiyalarda katalizator rolunu oynayır (fermentlər) və tənzimləyir (hormonlar); birləşdirici materialların- toxumaların (məsələn, kollagen) və ya əzələlərin (aktin, miozian) tərkibinə daxildir; ehtiyat qida maddəsidir (sitoplazmada zülal qranulları) və s. Dezoksiribonuklein turşusunun funksiyası hüceyrə bölünməsi zamanı genetik məlumatın nəsil-dən-nəslə ötürülməsindən ibarətdir. Bu bioloji funksiyaya hüceyrə daxilində məlumat ötürülməsi üçün ilkin matris rolunu oynayır. Bu prosesdə ribonuklein turşusu da iştirak edir və xüsusi hüceyrə zülallarının sintezinə yardımçı olur. Polisaxaridlər ehtiyat qida maddələri kimi (məsələn, nişasta, qlikogen) xidmət edir, struktur funksiyaları yerinə yetirir (məsələn, sellüloza, birləşdirici toxuma polisaxaridləri), hüceyrə səthinin spesifik xüsusiyyətlərini (məsələn, mikroorqanizmlərin antigen polisaxaridləri) təmin edir və ya bütövlükdə orqanizmi qoruyur (məsələn, diş ətləri və bitki şlakları).

Göründüyü kimi, biopolimerlərin ən çox yayılmış sinfi qarışıq biopolimerlərdir. Lipoproteinlər hüceyrədaxili membranların əsas komponentidir; lipopolisaxaridlər və qlikoproteinlər hüceyrədən-kənar membranın və hüceyrə divarının təşkilində mühüm rol oynayırlar; bir çox ferment və hormonlar da qlikoprotendantır.

Konformasiyalar. Biopolimerlərin unikal bioloji xassələri əsasən onların məhlullarda nizamlı konformasiya şəklində mövcudluğu ilə müəyyən edilir.

Bu, zəif molekul daxili qarşılıqlı təsirlərlə bağlıdır və bunların arasında hidrogen rabitələri və hidrofob qarşılıqlı təsirlər əsas rol oynayırlar. Bu qarşılıqlı təsirləri pozan agentlərin təsirindən biopolimerin denaturasiyası baş verir, yəni təbii unikal konformasiyadan təsadüfi bir rulun konformasiyasına keçir. Bəzi hallarda biopolimerin effektiv renaturasiyasını həyata keçirmək mümkün olur.

BİRGƏ POLİMER (SOPOLİMER). Əgər polimer əsas zəncirində iki və yaxud daha çox müxtəlif monomerlərin molekulunu saxlayırsa, o zaman o, birgə polimer sayılır və adətən bu monomerlərin adları ilə adlandırılır (məsələn, butadien-stirol birgə polimeri). Strukturuna görə, birgə polimerlər bir monomerdən ibarət olan polimerlərlə (homopolimer) müqayisədə daha mürəkkəb quruluşa malik olur. Belə ki, əgər iki monomerin manqaları makromolekulda nizamsız yerləşibsə, o zaman belə birgə polimer *statistik birgə polimer* adlanır. Makromolekul zəncirində monomer manqaları düzgün növbələşdiyi halda birgə polimer *stereomüntəzəm birgə polimer* adlanır. Bir monomerdən ibarət olan (necə deyirlər, verilmiş monomer bloku) sahə kifayət qədər böyük uzunluğa malik olduğu zamanı birgə polimer *blok-birgə polimer* adlanır. Əgər monomerlərdən birinin bloku böyük yan şaxə şəklində digər monomer manqalarından təşkil olunmuş makromolekulun əsas zəncirinə birləşibsə (yəni şaxələnmiş makromolekul yaranırsa), belə birgə polimer *calanmış birgə polimer* adlanır. Birgə polimer makromolekulunun strukturu kimyəvi tərkibi, blokların və ya calanmış zəncirlərin uzunluğu, həmçinin blokların və ya makromolekulda calanmaların sayı ilə xarakterizə olunur.

BİRİNCİ KRİSTALLAŞMA. Kristallaşma – polimerin maye ərintidən nizamlı vəziyyətə keçmə prosesidir. Kristallaşma ərimə kimi bir nömrəli faza keçididir, bu proses üçün də diffuziya, relaksasiya və s. kimi xüsusiyyətlər xarakterikdir.

BİTUM LAKLARI- təbii və süni bitumlar əsasında alınan laklar. Bitum laklarının tərkibinə bitumdan əlavə təbii və sintetik qatranlar, üzvi həlledicilər daxildir. Bitum – yağ laklarının tərkibinə sadalanan komponentlərdən əlavə quruyan yağ və sikkativ daxildir.

Bitum lakları hazırlamaq üçün əsasən Peçorski və Sadkin yatağından olan təbii bitumlar, (asfaltinlər), siriya asfaltı, gilsonitdən (ABS) istifadə olunur. Süni bitum lakları yüksək qatranlı parafinsiz neftlərin (SSRİ-də əsasən Uxtin yatağından çıxarılan) kimyəvi emalından alınır. Lakların hazırlanması üçün istifadə olunan bitumlar üzvi həlledicilərdə həll olan, qızdırdıqda əvvəl yumşalan, sonra əriyən bərk materialdır. Lakların hazırlanması üçün istifadə olunan bitumların əsas xüsusiyyətləri - baha olmaması, əlçatan olması, yüksək suya davamlılıq və su keçirməməsidir.

Təbii qatran kimi kopaldan, kanifol və ya onun törəmələrindən (məsələn, kalsium rezinat, kanifol, qliserinin efiri) istifadə olunur. Bitum laklarının tərkibində sintetik qatranlardan əsasən yağda həll olan fenol-formaldehid və kanifol-fenol qatranları istifadə edilir. Bitum laklarının həlledicisi kimi skibidar, uaytspirit, daş kömür yaxud neft solventləri, ksilol, sikkativlərdən - yağ və naften turşularının qurğuşun, manqan, kobalt duzları istifadə olunur.

BİTUMLU PLASTİKLƏR - bitumlu plastiklər (hituminous plastics, Bitumenplaste, plas-tiques bitumineux) - təbii və süni neft bitumu, daş kömür qatranı və ya onların ərintiləri əsasında termoplastik materiallardır. Bitumlu plastiklər üçün doldurucu kimi 25-60% miqdarında pambıq töküntüləri (toxuculuq sənayesi tullantıları) və kizelqur istifadə edilir.

Bitumlu plastiklərin alınması üçün istifadə edilən xammala aşağıdakı tələblər irəli sürülür:

Yumşalma temperaturu ("halqa və kürə" metodu ilə), °C

<i>bitum</i>	≥ 30
<i>asfalt</i>	≤ 220
<i>köpük</i>	$\geq 76-85$

Küllülük, %:

<i>asfaltit ilə bitum ərintisinin (1:1)</i>	≤ 3
<i>köpük</i>	≤ 1
<i>pambıq qırıntıları</i>	≤ 3

Nəmlilik , %

<i>pambıq qırıntılarında</i>	≤ 12
<i>kizelqurda</i>	≤ 13

Kizelqurda miqdarı, %

<i>dəmir</i>	$< 1,5-3$
<i>20%-li HCl-da həll olmayan maddələr</i>	$\geq 85-90$

Bitum plastidlərin alınması aşağıda qeyd edilmiş mərhələlərdən keçir: 1) pekin yandırılması, 2) bitum və asfaltla qarışdırılması, 3) qarışığa doldurucuların əlavə edilməsi, 4) kompozisiyanın barabanda preslənməsi.

BORPLASTİKLƏR (BOR LİFLİ SAPLAR) – tərkibində armatur kimi borlu liflərdən istifadə olunan polimer konstruksiya materiallarıdır. Karbonlu liflərin diametri 5-7 mkm olduğu halda, borlu liflərin diametri 90-150 mkm təşkil edir. Borlu armatur saplar bir istiqamətli müxtəlif endə olan lentlər, vərəqli şpon və parçalar şəklində tətbiq olunur.

Xassələri. Borplastidlərin sıxlığı 2000-2200 kq/m³–dir. Bu göstərici karboplastidlərin sıxlığından yüksəkdir. Liflərin böyük diametrdə olması onlardan alınan məmulatların ağır yükün təsiri altında yüksək dərəcədə davamlı olmasını təmin edir. Borplastidlərin sıxılmaya qarşı möhkəmliyi dartılmaya qarşı müşahidə olunan möhkəmlikdən 20-30% yüksəkdir. Halbuki, karboplastidlərdə bunun tam əksi müşahidə olunur. Sıxılma və dartılma

zamanı borplastiklərdə müşahidə olunan bu fərq, sıxma və dartma yüklərinin təsiri altında səthdə olan liflərin defektlərinin öz-lərini müxtəlif cür aparması ilə əlaqələndirilir. Borplastiklərdə ən yüksək möhkəmlik və bərklik liflərin oxu boyunca bir istiqamətli məmulatlarda əldə olunur. Polimer konstruksiya material-larının möhkəmliyi və Yunq modulu bor liflərin həcmi qatılığının artması ilə xətti surətdə artır və doldurucunun miqdarı 65-70% olduğu zaman maksimal həddə çatır. Halbuki, karboplas-tiklərdə liflərin optimal qatılığı 5-10% aşağıdır. Liflərdə əyrilik olarsa, möhkəmləndirmə istiqamətində möhkəmlik xassələri əhəmiyyətli surətdə pisləşir.

Bir istiqamətli borplastiklərin və digər belə teksturalı konstruksiya materiallarının çatışmayan cəhəti liflərin oxuna perpendikulyar istiqamətlərdə möhkəmliyin və bərqliyin aşağı olmasıdır. Bu xarakteristikaları yüksəltmək üçün laylar 90, 60 və 45°C bucaqlar altında yerləşməklə kəşişən armaturlaşmadan istifadə olunur. Belə borplastiklər xassələrin kiçik anizotropiyasına malik olur. Əgər bir istiqamətli bor liflərdə elastiklik modulunun nisbəti armaturlaşma və ona perpendikulyar istiqamətdə 8-10 təşkil edirsə, o zaman 1:1 və ya 1:1:1 teksturalı (60° bucaq altında möhkəmləndirmə) konstruksiya materiallarının bərqliyi iki qarşılıqlı perpendikulyar istiqamətlərdə eyni olur. Lakin, belə materiallarda Yunq modulu ox boyunca bir istiqamətli armaturlaşmış kompozitlərlə müqayisədə təxminən iki dəfə aşağıdır.

Bor lifli polimer konstruksiya materiallarında qocalma həddi yüksəkdir. Tərkibində bor lifləri saxlayan polimer konstruksiya materialları bağlayıcı tərkibin işçi həddində sınaq temperaturundan çox az asılı olan yüksək qocalma möhkəmliyinə malikdirlər. Borplastiklərin dempfer (vibrasiyanı azaldan) xassələrinin yüksək qocalma möhkəmliyi ilə uzlaşması bu plastiklərin vibrasiya şəraitində işləyən məmulatların istehsalında tətbiqini məqsədyönlü edir.

Tərkibində bor saxlayan plastiklərdə əlaqələndirici kimi epoksid qatranları geniş tətbiq olunur. Əgər materialın istismar temperaturu 200°C-dən yüksəkdirsə, silisium əsaslı üzvi, polimid

və yaxud digər yüksək temperaturlu əlaqələndiricilərdən istifadə edilir. Onlar əsasında alınan polimer konstruksiya materialları aşağı temperaturalarda davamlılıq və sərtliyə görə epoksiborplastiklərdən geridə qalsa da, yüksək temperaturda əksinə onlardan üstüdürlər. Temperatura davamlı əlaqələndiricilərin bərkiməsi üçün yüksək təzyiqliq və temperatur tələb olunur. Bəzi hallarda bu əlaqələndiricilərdən istifadə etməklə məsaməsiz material almaq çətin olur, belə ki, məsaməlik 7-20% təşkil edir.

Tərkibində bor saxlayan liflər yarımkeçiricilər sinfinə aiddir. Buna görə də bu plastiklər əsasında armaturlaşdırılmış polimer konstruksiya materialları nisbətən yüksək istilik və elektrikkeçirici xüsusiyyətlərlə xarakterizə olunurlar. Borplastiklərin xassələrinin optimallaşdırılması (yüksək möhkəmliklə yanaşı, plastiklik və zərbə özlülüyü) əlaqələndirici bor və digər liflərlə bircə şüşə və ya karbon liflərdən və s. armaturlaşdırıcı kimi istifadə etməklə əldə edilir. Nəzərə almaq lazımdır ki, bor liflərinin uzanma həddi 0.5-0.7% təşkil edir, halbuki, şüşə liflər 1-2% deformasiyada dağılırlar. Bundan əlavə, müxtəlif materiallardan olan liflər Yunq modulları fərqli olduğu üçün verilmiş gərginliyin fərqli payını daşıyırlar. Buna görə də tərkibində az miqdar şüşə lif olan borplastiklərin möhkəmlik və elastiklik xassələri bor liflərinin xassələrinə, bor liflərinin qatılığı az olduqda isə şüşə liflərin xassələrinə əsasən müəyyən olunur. Bununla yanaşı, şüşə liflərin müəyyən bir dağılma mexanizmindən digərinə keçid qatılığı mövcud olur.

Karbon saxlayan plastiklər kimi, bor əsaslı plastiklər də kosmik və aviasiya texnikasında tətbiq edilir. Sıxılma möhkəmliyi və sərtliyi kimi xüsusiyyətlərinə əsaslanaraq onlardan uçan aparatların daşıyıcı hissələrinin – tir, panel, stringer və s. konstruksiyasında istifadə edilir. Məsələn, ikitarlı metal tir əyilmə zamanı işləyirsə, onda sıxma gərginliyi təsir edən bu tiri bor əsaslı plastiklə, digər dartılmada işləyən tiri isə karbonlu plastiklərlə möhkəmləndirirlər. Belə tirin kütləsi eyni, aparıcı alüminium ərintisindən alınan tirə nisbətən 20-30% aşağı olur.

Hazırda bor əsaslı plastiklərin helikopterlərin, təyyarələrin bəzi hissələrinin daşıyıcı uc vintlərin qanadlarında və helikopterlərin transmissiya fırlanan silindrlərində, qaz-turbin mühərriklərinin kompressorlarının disklərində, şassilərin dəstəklərində, təyyarənin gövdəsinin, qanadlarının üzünməsində, kənarlarının bərkidilməsində tətbiqi planlaşdırılır.

BOYA HƏLLEDİCİLƏRİ - boyaların özlülüyünü azaltmaq və rahat istifadəsinin təmin edilməsi üçün tətbiq olunan maye halında maddələrdir.

Həllədicinin seçimi bilavasitə bağlayıcının (əlaqələndiricinin) təbiətindən asılıdır. Həllədicisi kimi əsasən su, yağlar, spirtlər, ketonlar, efirlər və digər karbohidrogenlərdən istifadə olunur.

BOYA MADDƏLƏRİ - müxtəlif material (əsasən lifli) və məmulatların rənglənməsində istifadə olunan üzvi birləşmələrdir. Bunlar əsasən rəngli maddələrdir, bəziləri isə rəngsizdir, məsələn, optiki ağardıcılar, bəziləri rənglənmə materiala çəkiləndən sonra boya əmələ gətirir. Məsələn, azogenlər, ftalosianogenlər, kubogenlər, oksidləşdirici rəngləmədə ilkin maddələrdir. Boyaların rəngi onların molekulunda xromofor sistemin - ikiqat, üçqat rabitəli açıq, yaxud qapalı sistemin və onlara bağlı elektronodonor və ya elektron-akseptor əvəzləyicilərinin mövcud olmasından asılıdır.

Boya maddələrinin molekulunda onlara müxtəlif xassə verən əvəzləyicilər ola bilər. Məsələn, su (SO_3H , COOH , ammonium və b.), qeyri-su mühitində (dodesil, üçlü-butil yaxud alkil) həllolma, metallar ilə (məsələn, bir-birinə nəzərən orto- vəziyyətdə OH və COOH qrupu) daxili kompleks birləşmələr əmələ gətirmə, rənglənmə material ilə kimyəvi birləşmə (mono- yaxud dixlorotriazin qalıq, $\text{SO}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OSO}_3\text{H}$ qrupu və s.) xassə verən.

Sintetik boya maddələri rənglənmə materialının sonrakı emal və istismar prosesində müxtəlif fiziki-kimyəvi təsirə davamlı rəng əmələ gətirməlidirlər, məsələn, qaynar su və doymuş buxar ilə emala (dekatirovka), aktiv xlorun təsirinə, yüksək temperatura (polimer ərintilərdə), işığa, dəniz suyuna, hava şəraitinə, yuyulmaya, ütülənməyə, tərə, quru yaxud nəm vəziyyətdə sürtülməyə

qarşı davamlı olmalıdırlar. Bu xassələr beş ballıq, işığa davamlılıq isə səkkiz ballıq şkala üzrə qiymətləndirilir.

Boya maddələrinə qoyulan tələb rənglənən materialın istehsal üsulu və təyinatı ilə müəyyən olunur. Sintetik boya maddələri müxtəlif təsirlərə qarşı davamlı olmaqdan əlavə rənglənmənin eyniliyi, rəng çalarının təmizliyi ilə də xarakterizə olunur.

BOYA PİQMENTLƏRİ – bu, boyaya müəyyən rəng verən komponentdir. Lak-boya örtüklərinin rəngi, onun üstünün örtülməsi, habelə atmosfer faktorlarına, kimyəvi reagentlərin təsirinə, temperatura davamlığı piqmentin tipindən asılıdır. Piqmentlər görünən işıq şüalarını seçərək, əks etdirmə qabiliyyəti sayəsində müəyyən rəngə malik olurlar. Işıq boyanın səthinə düşərkən onlar üçün şəffaf olan əlaqələndiricidən keçir. Bütün spektr diapazonu boyunca plyonkanın səthindən qismən əks olunaraq, parlaq, güzgüli səth (parıltı) yaradır.

BOYA VƏ LAK MATERIALLARININ QABLARI ÜZƏRİNDƏ MARKİROVKA. Boya və lakları müəyyən etmək üçün qablaşdırma üzərində markirovkadan istifadə edilir. Qablaşdırmanın üzərində hərflərdən sonra defis ilə ayrılmış nömrələr olur və bu materialın hansı iş üçün nəzərdə tutulduğunu göstərir:

- 0 – astar;
- 00 – şpaklyovka;
- 1 – açıq hava şəraitinə davamlı (fasadda istifadə üçün);
- 2 – açıq hava şəraitində məhdud davamlılıq (daxili istifadə üçün);
- 3 - konservasiya boyları;
- 4 - suya davamlı;
- 5 - xüsusi emallar və boylar;
- 6 - yağa və benzinə davamlı;
- 7 - kimyəvi davamlı;
- 8 - istiliyə davamlı;
- 9 - elektrik izolyasiyaedici və elektrik keçirici boylar.

İkinci və sonuncu rəqəmlər istehsal nömrəsini göstərir və məişət yönündə heç bir məlumat daşımır. Yalnız yağlı boyada (MA) ikinci nömrə əlifin növünü göstərir. İkinci və üçüncü qrup

simvollar arasında defis qoyulur (emal MJL-12, lak ПФ-2). Materiala verilən nömrədən sonra materialın bəzi xüsusiyyətlərini xarakterizə edən hərf indeks də əlavə oluna bilər. Məsələn, ГС - isti qurutma, ХС - soyuq qurutma, ПМ - yarı tutqun və s.

Materialın rəngi kodun sonunda sözlə yazılaraq göstərilir - mavi, sarı və s. Məsələn, " Эмал ХВ-113 голубая " – vinilperxlorat emalı, fasad işləri üçün, mavi.

Dördüncü qrup işarələr - sadəcə olaraq boya və lak materialının istehsalı zamanı ona verilmiş sıra nömrəsidir, bir, iki və ya üç rəqəmlə ifadə olunur (эмал MJL-111, лак ПФ-283)

Beşinci qrup işarələr - (piqmentli materiallar üçün) lak boya materialının (emal, boya, astar, şpaklyovka) rəngini göstərir - (эмаль MJL-1110 серо-белая). Ümumi qaydalara istisna olaraq: tərkibində yalnız bir piqment olan yağlı boyalar üçün birinci qrup işarələr təyin edilərkən "boya" sözü əvəzinə piqmentin adı göstərilir, məsələn, "qırmızı qurğuşun", "mumiya", "oxra" və s.

Bir sıra materiallar üçün birinci və ikinci qrup işarələr arasında indekslər yerləşdirilir:

В - uçucu həlledici olmadan;

V - su ilə durulaşdırılan;

VD - su ilə dispersiya üçün;

OD – üzvi maddələrlə-dispersiya üçün;

P – tozvari materiallar üçün.

Astar və yarımfabrikat laklar üçün markaların üçüncü qrupu bir sıfır (astar GF-021), şpaklyovkalar üçün isə iki sıfır (patty PF-002) təyin olunur. Qalın sürtülmüş yağlı boyalar üçün defisdən sonra üçüncü qrup simvoldan əvvəl bir sıfır qoyulur (qırmızı qurğuşun MA-015).

Yağlı boyalar üçün dördüncü qrup işarələrdə seriya nömrəsi əvəzinə boyanın hansı əlifdən hazırlandığını göstərən nömrə qoyulur:

1 - təbii əlif;

2 - "Oksol" əlifi;

3 – qliftal əlifi;

4 - pentaqliftal əlifi;

5 – kombinə olunmuş əlif.

Bəzi hallarda, boya və lak örtüyünün spesifik xüsusiyyətlərini müəyyənləşdirmək üçün seriya nömrəsindən sonra bir və ya iki böyük hərf şəklində hərfi indeks yerləşdirilir:

B - yüksək özlülüklü;

M - tutqun;

N - dolduruculu;

PM - yarı tutqun;

PG - aşağı alovlanma qabiliyyətli və s.

Hər bir boya və lak materialına aid texnoloji xəritədə boyanı tətbiq etmək üçün lazım olan məlumatlar və o cümlədən yaş və quru örtük təbəqələrinin tövsiyə olunan qalınlıqları, uçucu olmayan maddələrin həcmə miqdarı, durulaşdırma hədləri və s. göstərilir. Belə məlumatlar mövcud olduqda, rəngsaz daraq istifadə etməklə asanlıqla quru qatın tələb olunan qalınlığı təmin edilir.

BOYALAR və ONLAR ÜÇÜN DOLDURUCULAR - bu bilavasitə məişətdə müxtəlif sahələrdə istifadə olunan rəngli boya maddələrinin ümumi adıdır. Adətən, “boya” adı altında pigmentlərin suspenziyası, yaxud onların doldurucular və əlaqələndiricilərlə – kətan yağı, PVA-emulsiya, lateks, yaxud örtükəmələgətirici polimer maddələr ilə qarışığı nəzərdə tutulur.

Bərk halda olan komponentlər boyalar üçün doldurucular adlandırılır. Boyalarda bəzi doldurucular həm pigment, həm də doldurucu rolunu oynayır.

Köpmüş, şişmiş perlit boya istehsalında tutqunlaşdırıcı əlavə kimi istifadə olunur. O kizelqura nisbətən aşağı sıxlığa, nəmliyi daha yaxşı adsorbsiya etmək qabiliyyətinə malikdir.

Perlit doldurucuları teksturlaşmış boya və örtüklərin istehsalında qoyulan bütün tələblərə tam cavab verir.

Boyaların aşağıdakı növlərini fərqləndirirlər:

- Akril boyaları;
- Vetaloetin boyalar;
- Sulu (yapışqanlı) – yarı şəffaf akvarel və tutqun quaş (quru və maye boyalar);
- Üst boyalar (parçalar üçün);

- Lifli boyalar ;
- Qrimləyici boyalar;
- Kazein boyaları;
- Qələm;
- Keramika üçün boyalar;
- Saç üçün boyalar;
- Dırnaq üçün boyalar;
- Poliqrifiya üçün boyalar;
- Yağlı boyalar, eləcə də emal boyaları, alkid boyaları;
- Poliqrifiya üçün metallaşdırılmış boyalar;
- Cildləyici boyalar;
- Silikat boyaları;
- Qarışıq boyalar;
- Yumurta sarısı qatılmış mədəni boyalar - tempera;
- Emulsiya boyaları;
- Tatu üçün boyalar;
- Al qırmızı boya - şarlax;

Belila, yaxud ağ boyalar. Yağlı boya ilə işləyən rəssamlıqda, nəqqaşlıqda qurğuşun, sink əsaslı boyadan, qarışıq üçün isə bari-um sulfat əsaslı boyadan istifadə olunur. Belila ağ rəngli, ağır, səthi yaxşı örtən və tez quruyan boyadır. Ən yaxşı belila silisium əsaslı sayılır. Akvareldə, daha doğrusu quşda (tutqun sulu boya) tətbiq olunur. Bəzən qurğuşun əsaslı belila barit əsaslı ilə qarışdırılır və satışda venesian adı altında satılır.

Sarı boyalar.

1) Neapolitan sarısı (tərkibində bir qədər qurğuşun oksidi olan stibium turşusunun qurğuşun duzu) - sarı rəng çalarlarında olan ən açıq rəngli boyadır. Yaşıl və qırmızı çalarlarda yağlı boya hazırlanır. Dəmir şpatel ilə sürtüldükdə tündləşir, gec quruyur.

2) Kadmium - bu $CdS \cdot nCdSO_4$ əsasən kadmium sulfiddir. Satışda olan tərkibdə bir qədər sərbəst kükürd və rəngin sabit qalmasına mane olan bəzi digər zərərli maddələr ola bilər.

3) Sarı ultramarin (turş bari-um xromat)

4) Sink sarısı (turş sink xromat)

5) Xrom (qurğuşun xromat) adlanan boyaq da rəssamlıqda istifadə olunan boyaqların siyahısındadır, lakin bu boyaqlar davamsızdır.

6) Hind sarısı şəffaf, üzvi mənşəli boyaqdır; bu boyaq Tibetdən Kəlküttəyə və oradan da Avropaya gətirilir; hazırlanma qaydası tam olaraq məlum deyil. Yağlı və akvarel boyadır.

7) Qummit - üzvi mənşəli, sarı rəngli, çox şəffaf akvarel boyadır, zəhərlidir. Sarı rəngli boyaları, rəngi təmiz və aydın olmasa da, oxraya aid edilir. Onların rəngi tərkiblərində $\frac{1}{4}$ miqdarda dəmir oksidlərin olması ilə əlaqədardır.

8) Açıq oxra - rəngi bozuntul sarıdır.

9) Qızılı oxra, nisbətən tünd, lakin qızılı-sarı çalarlıdır.

10) Tünd oxra - demək olar ki, qəhvəyi rənglidir.

11) Oxra ruçeynaya. Oxralar məkanından asılı olaraq müxtəlif çalarda olurlar. Hər bir ölkənin öz oxra rəngi olur, lakin oxralara, adətən yerli ad verilmir, hərçənd ki, italyan oxraları adlandırılmışdır. Yağlı boyaqların sarı-torpaq çalarının yaxşılaşdırılması üçün onların uzun müddətli yuyulması vacibdir.

12) İki, yaxud üç rəng çalarlı mars, süni oxra növüdür, təbii oxraya nisbətən daha çox şəffafdır. Hazırlanma üsuluna görə çox bahalıdır.

13) Aureolin

14) Stronsium sarısı.

15) Platin sarısı - hər ikisi İngiltərə istehsalıdır, sabit olma-dıqları üçün xatırlatma ilə məhdudlaşaq.

16) Siena, yaxud sien torpağı tərkibcə oxralara uyğundur, tündür, lakin şəffafdır, qəhvəyi-sarı rəngdədir.

17) Qovrulmuş “yaşıl torpaq”

18) Kassel torpağı - şəffaf

19) Keln torpağı. Bu mahiyyətcə təbii liqnit, yaxud boz kömürdür, tonu cəlbədidir, lakin sabitliyi ilə fərqlənmiş.

20) Qəhvəyi “Vandika” bəzi oxraların qovrulmasından alınmışsa, kimyəvi cəhətdən davamlı sayıla bilər.

21) Umbra - qəhvəyi-torpaq rəngli

22) Qovrulmuş umbra - qırmızı-qəhvəyi rəngdədir. Demək olar ki, bütün oxralar yağlı və akvarel boyalar üçün eyni cür istifadə olunur.

23) Qovrulmuş berlin mavisi - qəhvəyi rəngdədir, bəzi hallarda berlin mavisinin seçilməsindən asılı olaraq tonu çox cəlbedici olur.

24) Asfalt - Fələstindəki Ölü dənizdən çıxarılan qatran əsasında hazırlanır. Sikkativ qatılmadan və qurudulmadan bitum qurur.

25) Mumiya (piqment).

26) Sepiya – heyvan mənşəlidir. Molyuskalar (onurğasız yumşaq bədənli heyvan) bu qiymətli və gözəl boya üçün material verirlər.

27) Bistr, akvarel boyasıdır, ağcaqayın ağacının yandırılmasından alınan qurumdan hazırlanır. Hazırda çox az istifadə olunur.

28) Kinovar - tərkibcə HgS – civə 2-sulfiddir və bu səbəbdən zəhərli. Alınma üsulundan asılı olaraq (dağ, çin) çaları qırmızı rənglidir. Yağlı və akvarel boya kimi istifadə olunur. Yağda sürtüldükdə gec quruyur.

29) Skarlet, çəhrayı rəngli ingilis boyasıdır, tərkibi HgJ_2 – civə 2- yodiddir, işığın təsirindən dəyişir.

30) Karmin (akvarel və yağlı boya) koşenil böcəklərindən hazırlanır, rəngkarlıq üçün davamlı olmayan üzvi boyaqdır.

31) Kraplak, yaxud qarans, əksinə yüksək stabilliyi ilə fərqlənir. Kraplak karmini (krapda olan qaransin və purpurinin birləşməsi) çalara görə koşenildən olan karmindən geri qalmır, ancaq sonuncudan xeyli davamlıdır.

32) Qurğuşun suriki (tərkibi Pb_3O_4 – qurğuşun oksidindən ibarət olan mineral) qurğuşun tərkibli boyaqdır, qarışdırıldıqda çox tez dəyişir. Akvarel, yağlı qovrulmuş oxralar, qırmızı və qəhvəyi-qırmızı rəngdə olur.

33) Qovrulmuş açıq oxra.

34) Qovrulmuş tünd oxra.

35) Qovrulmuş İtalyan oxrası. Bəzi təbii torpaqlar bu tonda olur.

36) “Possuoli Torpağı” qovrulmuş tünd sarı boya (siena) - kəskin qəhvəyi-qırmızı rənglidir (akvarel və yağlı boya).

37, 38) Braunrot tərkibdən asılı olaraq stabil və qeyri-stabil olur.

39, 40) İngilis qırmızısı - qovrulmuş açıq oxra tonundadır, amma daha kəskin çalarlıdır, açıq və tünd olur.

41, 42) Ölü kəllə - açıq və tünd. Bu boya tərkibcə dəmir oksiddir.

43) Malaxit yaşılı, ən açıq yaşıl rəng, nadir hallarda malaxitdən hazırlanır (tərkibi CuCO_3) adətən - süni olur.

44) $\text{Cu}_3(\text{AsO}_3)_2$ mis 2-arsenat və mis 2-asetat ($(\text{CH}_3\text{CO-O})_2\text{Cu}$) parlaq (qatışıqda dəyişir) və aydın açıq yaşıl rənglidir.

45) Xrom hidroksidi $\text{Cr}(\text{OH})_3$ (yağlı və akvarel).

46) Xrom oksidi Cr_2O_3 (susuz) və yaxud xrom yaşılı, açıq və bir qədər bulanıq olur (yağlı və akvarel).

47) və 48) Kobalt yaşılı - açıq və tünd. Açıq-soyuq yaşıl rəngli. Kimyəvi tərkibi: sink oksidi ilə kobalt oksidi; tünd rəngdə olan çaları gözəldir, amma xrom hidroksidi daha gözəldir.

49) Yaşıl “Veroneza”- mis 2-arsenat və mis 2-asetat.

50) Yaşıl torpaq, Veroniya və Bohemiya; ikinci nisbətən daha isti tondur, yarımsəffaf, səthi zəif örtən, açıq-torpaq rəngdədir.

51) Ultramarin - çox gözəl göy rəngdir, təbii və süni olur. Birinci (lyapis lazulli) - mavi daşdan hazırlanır, uzun müddət yeganə göy rəng olduğundan demək olar ki, qızıl qiymətinə satılırdı. Lazor mavi daşı öz-özlüyündə çox qiymətli daşdır. Çox diqqətlə, incəliklə mexaniki emala uğradılır, belə emaldan sonra mineraldan boya almaq olar.

52) Kobalt göyü, sadəcə kobalt adlandırılır. İlk dəfə fransız fiziki Tenar tərəfindən alınmışdır (kobalt 2-fosfat $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$ və korund (Al_2O_3) əsasında)

53) Xüsusi texnologiya ilə müxtəlif metal oksidləri əlavə olunmuş qeyri-şəffaf rəngli şüşə - smalta ancaq İngiltərədə yağlı boya kimi naməlum üsul ilə hazırlanır.

54) Seruleum (Coeruleum) yaşıl-mavi rəngdədir, İngiltərədə istehsal olunan yağlı və akvarel boya. Kimyəvi tərkibinə görə

stannat turşusu ilə (H_2SnO_3) kobalt stannatdan Co_2SnO_4 ibarətdir. Odlə təmasda bənövşəyi rəng vermir.

55) Berlin mavisi, yaxud prussiya mavisi. Özü zəhərli olmasa da, zəhərli elementlərdən ibarətdir, göy rənglidir, yüngül yaşılmtıl çalarlıdır.

56) Dağ lazuru-mavisi çox nadir mineral olan azuritdən hazırlanır tərkibcə malaxitdən çox az fərqlənir.

57) İndiqo - bitkilərdən alınan üzvi mənşəli, bozumtul göy rəngdir. Yalnız İngiltərədə yağlı boya, adi halda isə akvarel boyası kimi istifadə edilir. Bir neçə qarışıqda dəyişir.

58) Bənövşəyi.

59) Kobalt bənövşəyisi - "Salveta" (kobalt 2-fosfat $Co_3(PO_4)_2$).

60) Manqan bənövşəyisi- $[Mn_3(PO_4)_2$ manqan 2-fosfat] çox az öyrənilmişdir.

61) Fil sümüyündən olan qara boya.

62) Şaftalı çəyirdəyindən alınan qara boya.

63) Üzüm çəyirdəyindən alınan qara boya.

64) Göyümtül rəngli tıxacdan olan qara, həmçinin ispan, lap əvvəllər isə kasıb ultramarini adlanıb.

65) Kofe qarası.

66) Lampa qarası.

67) Şam qarası.

68) Çəyirdək qarası aydın qəhvəyi çalarlıdır.

Beləliklə, rəssamlığın və boyakarlığın əsas boyları bunlardır: dəmir oksidləri (oxra, sarı, qırmızı, qəhvəyi, umbra), xrom oksidləri (yaşıl xrom oksidləri), kobalt oksidləri (göy və yaşıl), bir neçə tərkibində kükürd olan birləşmə (kadmium, kinovar-sarı, narıncı, qırmızı), mis birləşmələri (yaşıl və göy). Boyalar bir-birindən tələb olunan xassələrin verilməsi üçün lazım olan yağların miqdarına görə fərqlənilir, lakin burada dəqiq göstəriş vermək mümkün deyil, çünki fabrikatların tərkibi sabit olmur.

Boylar davamlılıqlarına görə 4 qrupa bölünür:

1) Kifayət qədər davamlı boyalar: fil sümüyündən olan qara, sarı və qırmızı oxra, qızımızı mars, venesiya qırmızısı, kobalt, ultramarin, tünd kadmium, stibium sarısı, yaşıl xrom (vert de chrome), yaşıl torpaq, kobalt yaşılı, sarı və narıncı mars, qovrulmuş siena, qəhvəyi mars, yaşıl zümrüd (vert emeraude), hind qırmızısı, malaxit yaşılı, Şeele yaşılı, təbii umbra, açıq kadmium.

2) Çox davamlı boyalar: berlin mavisi (lazur), mineral sink sarısı.

3) Orta davamlığa malik boyalar: qarans, qummiqut, hind sarısı, kassel torpağı.

4) Müvəqqəti boyalara aid edilir: karmin, kinovar, əjdaha qanı, rezed lak (laque de gaude), qaransın bir neçə nömrəsi, sarı lak.

Yağlı boyalar davamlılığına görə aşağıdakı qruplara bölünür:

1) Tamamilə davamlı: sink ağı, gümüşü, fil sümüyü qarası, sarı və qırmızı oxra, qırmızı mars, venesian qırmızısı, təbii siena, xrom yaşılı, yaşıl torpaq, ultramarin, kobalt, neapolitan sarısı, tünd kadmium, stibium sarısı.

2) Dərəcələrə görə davamlı boyalar: qəhvəyi mars, qovrulmuş siena, kobalt yaşılı, sarı mars, qovrulmuş umbra, zümrüdü yaşıl, hind qırmızısı. Birinci dərəcəli akvarel boyalardan bəziləri yağlı boyalar sırasında ikinci dərəcəli sayılırlar.

3) Orta davamlılıqlı boyalar: malaxit yaşılı, Şeele yaşılı, təbii umbra, prussiya yaxud berlin mavisi (lazur), müxtəlif qarans laklar.

4) Müvəqqəti boyalar: sink limon-sarısı, kadmium limon sarısı, rezed lakı, kinovar, mineral sarı, sarı oxra, hind qırmızısı, venesian qırmızısı, təbii siena, yaşıl torpaq, yaşıl xrom oksidi, prussiya mavisi (lazur), kobalt, fransız ultramarini, ultramarin külü, limon sarısı.

Boyalar rənglənmədə, əşyaların boyanmasında, kətan üzərində rəsm əsərlərinin yaradılmasında, dekorativ örtüklərin alınmasında, divar naxışlarında, rəssamlıqda istifadə olunur. Quruduqdan sonra boyalar, adətən qeyri-şəffaf və ya yarımşəffaf bir-cinsli örtük əmələ gətirirlər. Boyaların daha bir vacib təyinatı rənglənen səthin müdafiəsidir. Onlar metalları korroziyadan, taxta məmulatları isə qurumaqdan və çürüməkdən qoruyur.

BOYALARDA İSTİFADƏ OLUNAN BAĞLAYICILAR. Rəssamlıqda (freska texnikası və silikatlı rəssamlıqdan başqa) istifadə olunan bağlayıcı maddələr - suda və ya digər həlledicidə həll edilmiş, emulsiyalaşmış və ya suspenziyalaşmış heyvan və yaxud bitki mənşəli yapışqanlar, qatranlar, suda və ya yağlarda həll olan karbohidrogenlər, donan, bərkiyən yağlar, polimerlərdir. Boyalarda bağlayıcı maddələr örtükəmələgətirici kimi tətbiq olunur. Bərkidikdə tərkibində piqmentlər və doldurucular saxlayan bərk pilyonka əmələ gətirir. Boyalar səthi örtən, və yaxud işıq keçirməyən qat yaradan gövdəli və şəffaf və ya yarışəffaf təbəqə verən bağlayıcılara bölünürlər.

BOYALARIN NOMENKLATURASI. Boyalar adətən satışa ticarət markası altında buraxılır. Xaricdə bu firma adları patentlə qorunur. Buna görə də çox vaxt fərqli firmalar eyni kimyəvi tərkibli sintetik boyaları müxtəlif adlar altında buraxırlar. Yerli nomenklaturanın əsasında boyaların texniki təsnifatı durur. Texniki təsnifata görə sintetik boyaların adındakı ilk söz onun hansı sinfə və ya qrupa aid olduğunu (məsələn birbaşa, turş, kation, yağda həll olan, piqment), ikinci söz isə boyanın rəngini (sarı, tünd göy, təmiz mavi, al qırmızı və s.) müəyyən edir. Sonra ola bilər ki, boyanın daha mühüm xassələri (məsələn işığa davamlı, davamlı) verilsin və ya kimyəvi təsnifata görə (antraxinon tərkibli, ftalasianin tərkibli) hansı sinfə aid olduğu, həmcinin xüsusi tətbiq sahəsi (dəri üçün, xəz üçün) göstərsin. Bəzi hallarda sözlərdən sonra boyaların rəng çalarlarını göstərən hərflər yazılır: S, Q, G, Y, Ə - uyğun olaraq sarımtıl, qırmızımtıl, göyümtül, yaşılımtıl, verilmiş rəngin əsas çaları göstərilir; hərflərdən əvvəl rəqəmlər daha kəskin çalarları (məsələn, qırmızı 2C-nin qırmızı C-yə nisbətən daha mavi çalarlı olduğunu göstərir). Digər hərflər boyaların xüsusi tərkibini göstərir. Sintetik birbaşa boyaların adında "X" o deməkdir ki, boyaların yuyulmaya davamlılığı xrom duzu ilə emal edilməklə artırıla bilər, adında kub və aktivlik isə - rəngləməni soyuq üsulla aşağı temperaturda 30-40°C-də həyata keçirmək mümkün olduğunu göstərir. Turş sintetik boyaların adlarında "M" onların metal komplekslərindən ibarət olduğunu göstərir

(Cu, Co və s.), kub boyalarının adında isə “M” onların xəzləri boyamaq üçün nəzərdə tutulduğunu, lakların adında bunun manqan duzları olduğunu göstərir. Bəzi sintetik boyalar üçün ənənəvi adlar qorunub saxlanmışdır, məsələn, indiqo, alizarin, safranin.

BOYALARIN TƏSNİFATI. Sintetik boyaların texniki (tətbiq sahəsi üzrə) və kimyəvi (kimyəvi quruluşu üzrə) təsnifatı mövcuddur. Birinci təsnifatdan praktiki işdə - bu qrup sintetik boyaların tətbiqi zamanı və onlara olan tələbatın müəyyən edilməsində, planlaşdırmada və statistik hesabatlarda istifadə olunur. İkinci təsnifatdan boyaların kimyası və texnologiyası öyrənilən zaman istifadə olunur.

Texniki təsnifat – boyaların xassələrini, rənglənən materialların təbiətini, rəngləmə üsullarını, boyanın substratla əlaqəsinin xarakterini nəzərə almaqdır. Həllolma qabiliyyətinə görə sintetik boyalar suda həll olanlara, suda həll olmayanlara, suda və üzvi həlledicilərdə həll olmayanlara və üzvi mühitlərdə həll olanlara bölünür. Sonunculara asetonda, yağlarda və spirtə həll olan boyalar aiddir. Suda həll olan boyalara turşu, əsasi, birbaşa sintetik boyalar aiddir. *Turşu boyalar* - əsas etibarilə sulfoturşuların, bəzən – karbon turşularının duzlarıdır, həmçinin bəzi boyaların metallarla, əsas etibarilə Cr və Co ilə, anion kompleksləridir. *Əsasi boyalar* – üzvi əsasların duzlarıdır. Sulu məhlullarda sintetik turşu boyalar rəngli anionlar əmələ gətirməklə dissosiasiya olunur, əsaslar – rəngli kationlar əmələ gətirir. Amfoter xarakterli substratlara yaxınlığa malikdir (yun, təbii ipək və dəri, sintetik poliamidlər). Poliakrilnitrliflörin rənglənməsində tətbiq edilən əsas sintetik boyalar (kationlu boyalar adlanır) turşu xarakterli substratlara çox yaxındırlar. Onlar adı çəkilən substratların molekulalarında olan müvafiq əsasa dissosiasiya edirlər və turşu qrupları ilə duz əmələ gətirməklə sulu məhlulları rəngləyirlər. Substratda əsas etibarilə ion rabitələri hesabına qalırlar.

Kimyəvi təsnifat. Yaxın zamanlara qədər sintetik boyaların ciddi kimyəvi təsnifatı mövcud deyildi. Belə ki, onun əsasında bir neçə fərqli prinsiplər dururdu: kimyəvi quruluşun yaxınlığı, alınma və tətbiq metodlarının oxşarlığı, müəyyən strukturlu qrupların

olması. Aşağıda təqdim olunan təsnifatda birləşmənin ümumi strukturundan asanlıqla ayrılıla bilən xromofor sistemlərin ümumi-lik prinsipindən istifadə olunmuşdur. Belə yanaşma boyaların ümumi qəbul olunmuş kimyəvi təsnifatını dəyişmədən, onları müəyyən ardıcılıqla yerləşdirməyə imkan verir.

Polimetin boyalarda xromofor sistem sərbəstdir və burada əvəzedicilər və metin qruplarının bir hissəsi aromatik və yaxud heterotsiklik qalıqların tərkibinə daxil ola bilər, məsələn kationlu çəhrayı 2C boyası.

Antron boyaların xromofor sistemi altı və daha artıq, iki elektroakseptor əvəzedicili (karbonil qrupları) kondensləşmiş aromatik halqalardan ibarətdir. Ayrı-ayrı qrup politsiklik kub boyaları əmələ gətirən dibenzopirenxinon, antantron, pirantron, violantron, izodibenzantron onlardandır. Nitroboyaların və nitrozo boyaların xromofor sistemi üçün elektrodonor əvəzedicili və müvafiq olaraq, nitroqruplu və ya nitrozoqruplu (dispers sarı davamlı 2K-dakı kimi) aromatik nüvənin iştirakı səciyyəvidir.

Sintetik boyalar kömür və neft-kimya sənayesində istehsal olunan, aromatik və heteroaromatik birləşmələrdən alınan aralıq məhsullar əsasında çoxmərhləli kimyəvi sintez nəticəsində alınır. Cox vaxt bir aralıq məhsuldan bir-neçə sintetik boya alınır. Aralıq məhsullardan həmçinin dərman preparatlarının, pestisidlərin, boy maddələrinin və bir çox digər məhsulların istehsalında istifadə olunur. Aralıq məhsulların istehsalı bir qayda olaraq, sintetik boyalar istehsal edən zavodlarda həyata keçirilir. Sintetik boyalar sənayesi üçün çox çeşidlik (sintetik boyaların çoxlu sayda markaları), ayrı-ayrı istehsalın az tonnajlığı, əksər boyaların çoxmərhləli (bəzən 10 və daha artıq) alınma üsulu səciyyəvidir. Bu, istehsalın avtomatlaşdırılmasını və mexanikləşdirilməsini və bununla yanaşı iqtisadi göstəricilərin yaxşılaşdırılmasını çətinləşdirir. Sintetik boyaların istehsalında inkişafın əsas yolları: boyamanın hər bir növü üçün triad sintetik boyaların (sarı – **purpur** – mavi) işlənilib hazırlanması, boyaları EHM-də hesablamağa uyğun qarışdırmaqla, istənilən rəngdə və çalarda qarışıq markalı sintetik boyaların alınma imkanının olması, az sayda qurğuların köməyi

ilə geniş çeşiddə məhsul istehsal etməyə imkan verən istehsalın təşkili; eyni məhsullardan istifadə etməklə çox sayda sintetik bo-yaların alınması ilə yanaşı onlardan dərman maddələri, pestisid-lər, fotomaterialların və s. istehsalı üçün aralıq məhsul kimi isti-fadə yollarının araşdırılması.

BRABENDER PLASTOQRAFI - mexaniki təsir və tem-peraturun təsirindən özlü müqavimət momentinin dəyişməsi xa-rakterinə görə polimer materialların (çox vaxt rezin qarışıqlarda polivinilxloridin) texnoloji xassələrinin qiymətləndirilməsi üçün istifadə olunan laboratoriya qurğusudur. Brabendera plastoqraf aşağıdakı hissələrdən ibarətdir: 1) polimerlərin emalında istehsal proseslərini modelləşdirən müxtəlif quruluşlu (silindrik, siqma şəkilli, üçbucaq və s.) növbəli dəyişən qoşa rotorlu qarışdırıcı ka-mera. Qarışdırıcı kamera istilik daşıyıcısının temperaturu otaq temperaturundan 400°C-ə qədər tənzimləmə bilən köynəklə təchiz olunmuşdur; 2) rotorun sürətini dəqiqədə bir dövrdən 400 dövrə qədər dəyişməyə imkan verən ötürücü; 3) fırlanma anında zaman-la dəyişməsini qeyd edən "mühərrik-tərəzi" növlü ölçü sistemi.

BUTADIEN KAUCUKLARI - butadienin polimerləşmə məhsullarıdır. Katalizatorun təbiətindən, polimerləşmə üsulun-dan və şəraitindən asılı olaraq, tərkibində müxtəlif miqdarda 1,4-sis (forma I), 1,4-trans (forma II) və 1,2 (forma III) konfigurasi-yalı butadien manqaları olan butadien kauçukları alınır. Butadien kauçukları stereomüntəzəm və qeyri-stereomüntəzəm olmaqla fərqlənirlər.

Stereomüntəzəm kauçuklara koordinasiya-ion və ya üzvi li-tium katalizatorlar iştirakında sintez edilən butadien kauçukları aiddir; qeyri-stereomüntəzəm kauçuklar qələvi metalların və ya radikal inisiatorlarının iştirakı ilə sintez olunur.

Kauçuk birləşmələrinin tərkibi. Stereomüntəzəm butadien kauçukları əsasən izopren və ya stiro-butadien rezinləri ilə qarı-şıqlarda istifadə olunur. Butadien kauçukları adətən rezin qarışı-ğının 20-70%-ni təşkil edir. İkili kompozisiyalardan başqa, buta-dien kauçuklarının izopren və stiro-butadien kauçukları ilə olan üçlü kompozisiyalarından da istifadə olunur. Butadien kauçukları

həmçinin nitril butadien kauçukları, xlorpren kauçukları və butil kauçukları ilə birgə istifadə edilir.

Doldurucular. Tərkibində stereomüntəzəm butadien rezinləri olan qarışıqlarda əsasən ISAF, HAF kimi aktiv soba dudaları və onların yüksək strukturlaşdırılmış modifikatları, FEF tipli karbon dudaları və s. istifadə olunur. Açıq rəngli rezinlərin hazırlanmasında incə dispers SiO₂, kaolin, təbaşir və digər mineral dolduruculardan istifadə olunur. İstifadə olunan doldurucuların miqdarı 50-100% və ya daha çox kütlə arasında dəyişir.

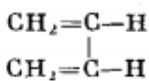
Tətbiqi. Stereomüntəzəm butadien kauçukları ümumi təyinatlı rezinlərdir. Onlar əsasən izopren, stirool-butadien və digər kauçuklar ilə birlikdə protektor və astar (çərçivə, breker, yan divar) ştampli rezinlərin istehsalı üçün istifadə olunur. Şin protektorunda stereomüntəzəm butadien kaucukunun miqdarı 20-50 kütlə hissəsi, hisin miqdarı 50-80 kütlə hissəsi, yağın miqdarı 5-35 kütlə hissəsi təşkil edir. Stereomüntəzəm butadien rezinlərinin böyük miqdarda istifadəsi nəm yol səthləri ilə sərnəşin avtomobillərinin şinlərinin protektorlarının işləmə effektivinin azalması və yük avtomobili təkərlərinin protektor naxış elementlərinin qırılmasına qarşı kifayət qədər müqavimət göstərməməsi ilə məhdudlaşır. Stereomüntəzəm butadien kaucukları həmçinin konveyer lentlərinin, rezin ayaqqabıların alt hissəsinin, kabel izolyasiyasının, şaxtaya davamlı rezin məmulatların, zərbəyə davamlı polistirolun və s. hazırlanmasında istifadə olunur.

BUTADIEN POLİMERLERİ.

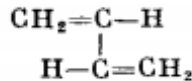
Monomerlər:

Butadien 1-3 (divinil, viniletlen, pirolilen, bietilen, eritron)
 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$, rəngsiz, xoşagəlməz xarakterik iyli qazdır.

Butadien 1-3 molekulları *sis* və *trans* formalarda mövcuddur:



sis



trans

Trans forma daha stabildir. Bu formaların sərbəst enerjiləri arasındakı fərq 9,6 kC/mol (2,3 kKal/mol) təşkil edir ki, bu da

otaq temperaturunda tərkibdə 93-97% *trans* formanın olmasına uyğundur.

Butadien 1-3 suda həll olmur, metil və etil spirtlərində zəif həll olur, benzolda, efirdə, xloroformda və karbon dördxloriddə yaxşı həll olur. Susuz ammoniyak (butadienə görə 45% kütlə), asetaldehid və buten-2 (77% kütlə) ilə müvafiq olaraq -37, -5, və -5,53°C temperaturda qaynayan azeotrop qarışıqlar əmələ gətirir.

Butadien 1-3 yüksək reaksiya qabiliyyəti ilə xarakterizə olunur. Butadien asan polimerləşir, izopren və onun alkil əvəzli törəmələri, stiroil və onun alkil və halogenli törəmələri, vinilidenxlorid, akril - və metakril turşularının nitril törəmələri, akril turşularının efirləri və digər monomerlərlə asanlıqla sopolimerləşir.

Butadien 1-3-ün sənaye miqyasında istehsalının perspektiv üsulu neft emalı proseslərində alınan qazların və yan qazların tərkibində olan n-butan və ya butilenlərin katalitik dehidrogenləşməsinə əsaslanır. Butadien 1-3 narkotik təsir göstərir, mədənin disfunksiyasına və görmə qabiliyyətinin itirilməsinə səbəb olur: kiçik qatılıqlarında gözün və tənəffüs yollarının selikli qişasını qıcıqlandırır.

BUTADIEN SOPOLİMERLƏRİ- Butadien, bütün məlum üsullarla sopolimerləşdikdə çox sayda sopolimerlər alınır. Sopolimerləşmə prosesləri butadienin homopolimerləşmə prosesi ilə eyni şəraitdə və eyni katalizatorların iştirakında aparılır. Sopolimerləşmədə məqsəd polibutadienin möhkəmlik və yorğunluq xassələrini, onların yağ və benzinə qarşı müqavimətini yüksəltmək, adgeziya və digər xüsusi xassələr verməkdir. Kompleks katalizatorlar üzərində butadien sopolimerlərinin alınması daha çox maraq doğurur; bu, stereomüntəzəm butadien kauçuklarının qənaətbəxş olmayan bəzi xüsusiyyətlərini (emal xassələrini, vulkanizatın möhkəmliyi, qopma və çatların böyüməsinə qarşı, qırılmaya qarşı müqavimətini, yol səthlərinə yapışma xüsusiyyətlərini) yaxşılaşdırmağın mümkün yollarından biridir.

BUTEN POLİMERLƏRİ. Buten polimerlərini əldə etmək üçün buten-1, buten-2, izobuten, tsiklobuten və 3-metilbuten-1 monomerlərindən istifadə olunur. Buten-1 (α -butilen)

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ və buten-2 (β -butilen) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$, *sis*- və *trans*-izomerlər şəklində mövcud ola bilər, rəngsiz, kəskin xoşagəlməz iyli, etanol və efirdə yaxşı həll olan qazlardır; buten-1-in suda həll olma göstəricisi 1,86 q/l-dir; *sis*- və *trans*-2-butenlər suda həll olmur. Butenlər hava ilə 1,7% həcm qatılığında partlayıcı qarışıqlar əmələ gətirirlər.

BUTİLKAUÇUK- izobutilenin az miqdarda (1-5%) izoprenlə sopolimerləşmə məhsuludur.

Kauçukun quruluşu və fiziki xassələri. Butilkauçuk makromolekulunda izopren manqalarının 99%-dən çoxu 1,4- vəziyyətində birləşir. Butilkauçuk makromolekullarında doymamış rabitələrin molyar qatılığı 0,6-3%-dir. Butilkauçukun sənaye növlərinin molyar kütləsi 300.000-700.000 aralığındadır. Butilkauçuk yüksək temperatur diapazonunda amorfudur, onun kristallaşması böyük dərəcədə (500% -dən çox) baş verir.

Butilkauçuk aromatik karbohidrogenlərə nisbətən ali karbohidrogenlərdə daha asan həll olur, spirtlərdə, sadə və mürəkkəb efirlərdə, ketonlarda, dioksanda, etilasetatda, həmçinin tərkibində amin- və nitro-qruplar olan həlledicilərdə (anilin, nitrobenzol və s.) isə həll olmur. Butilkauçuk aşağı qaz keçiriciliyi ilə xarakterizə olunur, bu baxımdan tiokol istisna olmaqla, bütün məlum kauçukları üstələyir, bunun səbəbi butilkauçuk makromolekullarının xətti quruluşu və yan metil qruplarının kiçik ölçüyə malik olmasıdır. Dielektrik xassələrinə görə butilkauçuk digər kauçuk növlərindən, o cümlədən təbii kaucukdan üstündür.

Kauçukun alınması. Butilkauçuk katalizator kimi AlCl_3 iştirakında, CH_3Cl və ya $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ məhlulunda, 100°C temperaturda izobutilen və izoprenin kation sopolimerləşməsi yolu ilə alınır. Proses uzanan zənciri qıraraq sopolimerin orta molekul kütləsini azaldan az miqdarda belə oksigen saxlayan qarışıqlara həssasdır.

İstifadə edilən monomerlər və həlledicilərin tərkibində olan müxtəlif qarışıqların miqdarına görə aşağıdakı tələblər irəli sürülür: izobutilen və *n*-butilenin miqdarı 0,2%-dən, spirtlər 0,002%-dən, nəmlik 0,002%-dən çox olmamalı; izopren - piperilen və izoamilenin miqdarı 1,0%-dən, karbonil birləşmələri

0,0009%-dən çox olmamalı, rütubət 0,002%-dən; metil xlorid - nəmlik 0,002%-dən, dimetil efiri, xlor ionu, doymamış birləşmələr olmamalıdır.

Kaucukun tətbiqi. Butilkauçukun ən vacib tətbiq sahəsi avtomobil borularının istehsalıdır. Bu kauçukdan hazırlanmış kameralar təbii kauçukdan hazırlanmış kameralardan 8-10 dəfə daha çox germetik olur. Butilkauçuk bişirmə kameraları və vulkanizatların diafraqma formalarının istehsalında da istifadə olunur. Qatranlarla vulkanlaşdırılmış butilkauçukdan hazırlanan bu məmulatların istismar müddəti təbii kauçukdan hazırlanan məhsulların istismar müddətindən ən azı 2 dəfə artıqdır. 1967-ci ildə ABŞ şin istehsalı sənayesində butilkauçuk istehlakı bu kauçukun ümumi istehlakının 70% -dən çoxunu təşkil edirdi.

Butilkauçukun istiliyə davamlılığı ondan yüksək temperaturda işləyən buxar şlanqlarının və konveyer lentlərinin istehsalında geniş istifadə etməyə imkan verir. Butilkauçukun kimyəvi davamlılığı ondan valların astarlanması, kimyəvi avadanlıqların rezinləndirilməsi, turşuya davamlı əlcəklərin və aqressiv maddələrin ötürülməsində istifadə olunan şlanqların hazırlanması üçün istifadə edilməsinə imkan yaradır. Kimyəvi davamlı, hava və suya davamlı olması, qaz keçirməməsi sayəsində butilkauçuk müxtəlif təyinatlı rezinləşdirilmiş parçaların istehsalında istifadə olunur. Butilkauçukun süddə və yeməli yağlarda şişməyə qarşı davamlı olması ondan istifadə zamanı qida məhsulları ilə təmasda olan sağım maşınlarının hissələrinin və digər rezin məmulatların (məsələn, kipləşdiricilərin) hazırlanmasında istifadə etməyə imkan verir. Bu məhsullar tərkibində toksiki antioksidantlar olmayan butilkauçukdan hazırlanır. Butilkauçuk dişli rezinlərin, kipləşdirici tərkiblərin və dinamik şəraitdə istismar olunan müxtəlif formalı məhsulların istehsalında da istifadə olunur. Butilkauçukların yüksək dielektrik xassələrinə, su və ozon təsirinə qarşı davamlı olması onlardan yüksək və aşağı gərginlikli kabellərin izolyasiyası üçün geniş istifadə etməyə imkan verir.

CANLI POLİMERLƏR – makromolekulları polimerləşmədən sonra aktiv mərkəzləri saxlayan və sonradan monomərə və digər reagentlərə birləşmək qabiliyyətinə malik olan polimerlərdir.

Məsələn, makromolekulun sonundakı sərbəst ion reaksiya qabiliyyəti olmayan molekulyar kompleksə çevrilərsə, canlı polimer “yatan” polimerə çevrilir.

Canlı polimerlərin sintezi üçün reaksiya qabiliyyətli qarışıqların sistemdən əsaslı surətdə kənarlaşdırılması vacibdir. Canlı polimerlərin əmələ gəlməsi zamanı zəncirin qırılması baş verməməlidir. Bu zaman həm monomer, həm də həlledici zəncir ötürücüsü olmamalı və aktiv mərkəzləri məhv etməlidirlər. Canlı polimerlərin çoxu anion polimerləşmə prosesində alınır. Çox vaxt bunlar karbohidrogen əsaslı polimerlərdir (stirool və onun törəmələri, dienlər və s.), onların polimerləşməsi zamanı aralıq reaksiyaların rolu minimaldır. Adi şəraitdə radikal polimerləşmədə artan radikalların bir-biri ilə qarşılıqlı təsiri zamanı zəncirin qırılması səbəbindən canlı polimerlər almaq mümkün deyil. Onların monomerlərin kation polimerləşmə prosesində əmələ gəlmə ehtimalı da azdır. Bu proses üçün reaksiyaya girən polimer molekulunda əks ionla qarşılıqlı təsir nəticəsində böyüyən zəncirin spontan dezaktivləşməsi səciyyəvidir. Monomerin qatılığını müəyyən həddə qədər azaltdıqda canlı sistemlərdə polimerləşmə-depolimerləşmədə termodinamik tarazlıq yaranır. Bu halda sistemdə sərbəst monomerin olmasına baxmayaraq, makromolekulun sonradan böyüməsi baş vermir. Ən sadə halda, canlı sistemlərin əmələ gəlmə prosesində bütün makromolekullar eyni vaxtda böyüməyə başlayır (inisiirləşmə üçün müvafiq şərtləri seçməklə belə şəraiti yaratmaq olar). Onda makromolekulun orta uzunluğu P polimerləşmiş monomerin miqdarı M -in böyüyən zəncirin sayına olan nisbəti ilə təyin ediləcəkdir: $n:P=M:n$. Əmələ gələn polimer çox dar molekul kütlə paylanmasına (MKP) malik olacaq. Orta ədədi M_n və orta kütləvi M_w molekul kütlə bərabərliyi ilə xarakterizə olunur (Pousson paylanması). Mövcud sistemlərdə dar MKP ilə xarakterizə

olunan polimerlər almaq üçün bütün reaksiya kütləsi üzrə temperaturun sabitliyi və reagentlərin ideal qarışdırılması və s. vacibdir. Bundan başqa, sistem polimerləşmə-depolimerləşmə tarazlığından uzaq olmalıdır.

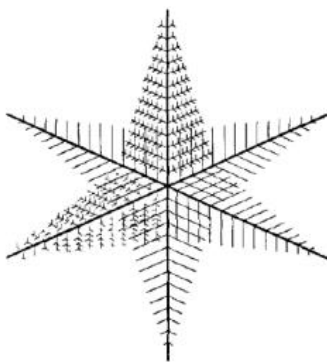
İon sistemlərində zəncirin böyüməsi özünün reaksiya qabiliyyəti ilə fərqlənən, bir-neçə tip aktiv mərkəzlərdə eyni vaxtda baş verir. Kovalent molekullarda, ion cütlüklərində, sərbəst ionlarda və s. MKP Puasson paylanmasına uyğun gəlməyən polimer zəncirləri əmələ gəlir. Belə ki, bu uyğunsuzluq zəncirin böyümə aktivliyində və onların arasında mübadilə sürətində olan fərqdən asılıdır.

Real canlı sistemlərdə aktiv mərkəzlər sonsuz, uzun müddət fəaliyyət göstərmir. Canlı polimerlərin köməyi ilə anion polimerləşmənin kinetikasi üzrə bütün məlumatlar əldə edilmişdir. Bu, canlı sistemlərə müxtəlif monomerləri növbə ilə daxil etməklə həyata keçirilmişdir. Eyni üsulla əvvəlcədən müəyyən edilmiş sayda və blokların ölçüsünə malik blok-birgə polimerlər almaq mümkündür. Canlı polimerləşmənin köməyi ilə həmçinin, calanmış birgə polimerlər, funksional qrup sonluqlu polimerlər, ulduz şəkilli polimerlər və s. almaq mümkündür. Canlı polimerlər birbaşa tətbiq üçün xeyli əhəmiyyət kəsb edir. Böyümə şərti bütün makromolekullar üçün eyni olub onlar cüzi polidispersliklə fərqlənir. Canlı polimer məhsullarının təmizliyinə qarşı irəli sürülən yüksək tələblər və sintezin sərt şərtləri onların coxsaylı tətbiqi imkanlarını çətinləşdirir.

– D –

DAXİLİ ENERJİ. Daxili enerji –entropiyanın, həcmi və komponentlərin mol sayının dəyişənləri ilə $U(S, V)$ ifadə olunan və termodinamik potensialın xassələrinə malik xarakteristik funksiyadır. Bu göstəricinin minimumu qiyməti sistemin termodinamik tarazlıq halını, dəyişikliyi isə $U-Q$ Coul/mol; $\Delta T, V$ kəmiyyətləri sabit olduqda ($\Delta T=const, V=const$)- reaksiyanın izoxor istilik effektini göstərir.

DENDRİTLƏR – şaxəli kristallardır. Bəzi hallarda, bütün budaqları kristalloqrafik olaraq bir-biri ilə bağlı ağaca oxşayır. Nəticədə obyekt kristallik quruluşunun ilkin bütövlüyünü itirir və qaydasız düzölmüş kristalloqrafik subindividlər əmələ gəlir. Onlar şaxələnir və ən intensiv kütlə keçiriciliyi istiqamətində inkişaf edirlər. İlkin kristalın kristalloqrafik qanunaungunluğu ondan dendrit əmələ gəldikdə və böyüdükcə tədricən itir. Dendritin budaqları arasında məsamələr dolduqca tədricən individdən aqrəqata keçən mürəkkəb fəza quruluşları əmələ gəlir (vahid olmayan kristal, bu isə dendriti quruluşdan tam fərqləndirir). Dendritin əmələ gəlmə prosesi dendritin böyüməsi adlanır. Kristallik dendritlərlə yanaşı stereokristallik dendritlər də məlumdur, onlar disimmetrik sferokristallik sferolitlərin – sferoidolitlərin şaxələnməsi ilə əmələ gəlirlər. Temperaturu aşağı saldıqda əvvəl lamellyar monokristallar əmələ gəlir, hansılar ki, daha sonra skelet forması almaqla şaxəli dendritlər əmələ gətirirlər. Sürətli soyutma nəticəsində kristallaşma həmişə müvafiq olaraq dendritlərin əmələ gəlməsinə gətirib çıxarır. Dendritlərin əmələ gəlməsi kristallaşmayan komponentlərin kənarlaşdırılması ilə əlaqədar olaraq qatılıq qradientindən və kristallaşma istiliyinin yönəldilmiş səpələnməsi ilə bağlı temperatur qradientindən asılı ola bilər.



Dendritin sxematik təsviri

Müntəzəm dendritlərdən fərqli olaraq qeyri-müntəzəm, “kirpi” adlanan dendritlərin də əmələ gəlməsi müşahidə edilmişdir. Onlarda şaxələnmə bir-biri ilə bağlı olmur, lakin hər bir şaxələnmə müntəzəm və sistemlidir.

DEPOLİMERLƏŞMƏ – makroradikallardan və yaxud başqa aktiv polimer mərkəzdən monomer molekulunun ayrılması prosesidir. Zəncirvari reaksiyalar qanunu ilə polimer makromolekulunun dağılması prosesinə də depolimerləşmə deyilir. Bu halda makrozəncirdən manqaların qopması arası kəsilmədən artan sürətlə gedir və nəticədə prosesə molekulun yeni-yeni hissələri cəlb olunur. Bu zəncirvari proses tez bir zamanda makromolekulun dağılmasına, kiçik molekul parçalarının (trimer və dimer), bəzən də monomer molekulunun alınmasına gətirib çıxarır.

Depolimerləşmə polimerin termiki parçalanmasında olduğu kimi polimerləşmə prosesində də mühüm rol oynaya bilər. Bütün polimerlər yüksək temperaturda entropiyanın yüksəlməsi nəticəsində depolimerləşməyə məruz qalırlar.

Hazırda depolimerləşmə prosesinin sürətinin azaldılmasının üç üsulu mövcuddur:

- 1) Polimer zəncirinin parçalanması, qopması, əsas bəndlərin parçalanmasına nisbətən daha yüksək aktivləşmə enerjisi tələb edən manqaların daxil edilməsi;
- 2) Depolimerləşmənin dayandırılmasına səbəb olan kənar qrupların təcrid edilməsi;
- 3) Depolimerləşmə prosesini apan aktiv mərkəzlərlə reaksiyaya girərək onları aktivsizləşdirən maddələrin polimerin tərkibinə daxil edilməsi.

Polimer zəncirinin uzunluğu boyunca qırılması nəinki orta molekul kütləsinin azalmasına, həm də molekul kütlə paylanmasının dəyişməsinə gətirib çıxarır. Ayrı-ayrı atomların, atomlar qrupunun və ya tam manqaların makrozəncirdən qopması onun kimyəvi tərkibini, strukturunu dəyişir və materialda yeni maddələrin yaranmasına gətirib çıxarır. Sintetik kauçuk tullantılarının termomexaniki üsulla depolimerləşməsi vasitəsi ilə ilkin

monomeri almaq mümkündür və əsas məhsulun alınmasında yenidən istifadə edilə bilər. Bu üsulla rezin tullantıları sənayedə istifadə olunan rezin məmulatlara emal olunurlar. Plastik kütlələrə gəldikdə isə monomerin alınması ilə depolimerləşməyə aşağı temperaturda (300-450°C) parçalanan polimerlər uğradılır. Bu polimerlərə polistirol və onun sopolimerləri, poliakrilatlar və s. aiddir.

DİFFERENSİAL SKANEDİCİ KALORİMETRİYA (DSK). DSK metodu adi izotermik və adiabatik metodlarda olduğu kimi, ümumi istilik miqdarını deyil, istilik gücünü təyin edir. Ölçmə sabit sürətdə, fasiləsiz qızdırmaqla aparılır və dH/dt -nin temperaturdan asılılığı təyin edilir. DSK vulkanlaşma dərəcəsini iki üsulla təyin etməyə imkan verir. Birinci üsulda analiz olunan nümunə vulkanlaşma temperaturunadək qızdırılır, sonra isə gədən kimyəvi reaksiyaların kinetikasi öyrənilir. İkinci üsulda nümunə əvvəlcə kifayət dərəcədə aşağı temperatura qədər soyudulur, sonra otaq temperaturunadək qızdırılır və vulkanlaşma dərəcəsini əks etdirən şüşələşmə temperaturu və texnoloji parametrlərin təsiri qeyd olunur.

Differensial skanedic kalorimetriya – tədqiq olunan nümunə ilə standart arasında vaxt üzrə və ya eyni temperatur şəraitində onların müəyyən sürətlə qızdırılmasından və soyudulmasından asılı olaraq, sıfır temperatur fərqi yaratmaq üçün lazım olan enerjinin qeyd olunduğu metoddur. DSK polimer-həllədic sisteminin faza diaqramlarının öyrənilməsi zamanı geniş tətbiq olunur, habelə polimerin kristallaşma dərəcəsinin təyində daha geniş istifadə olunan metoddur. Kristal fraksiyanın payını – kristal faza əriyərkən ölçülən ərimə istiliyinin, bu parametrin ideal kristal üçün təyin edilmiş “nəzəri” kəmiyyətinə olan nisbəti üzrə qiymətləndirmək olar. Maye kristal strukturun ölçüləri (bir-neçə min anqstrom) elektron mikroskop tələb edir, onların təbiəti isə (adətən ardıcıl) rentgen şüalarının kiçik bucaq altında səpələməklə tətbiqinin mümkünlüyünü göstərir.

Təcrübədə DSK bəzi digər metodlar ilə birgə məhsuldar sürətdə tətbiq olunur: differensial izləyici kalorimetriya, dilatometriya, polyarlaşmış mikroskopiya, infraqırmızı spektroskopiya və dairəvi dixroizm.

DİLATOMETRİYA – fiziki-kimyəvi proseslərin təsiri altında cismin həcmnin dəyişməsinə qeyd edən üsullar toplusudur. Dilatometriyanın köməyi ilə xətti və həcmi istilik genişlənməsinin temperaturdan asılılığı, ərimə, kristallaşma, şüşələnmə zamanı polimerlərin həcmi istilik genişlənməsinin anomaliyası öyrənilir. Dilatometriyadan polimerlərdə həcmnin dəyişməsi ilə məsələn, faza keçidlərində, polimerləşmədə və s. gedən fiziki və kimyəvi proseslərin tədqiqi zamanı geniş istifadə edilir.

Dilatometrik tədqiqatların nəticələri yalnız faza keçidi temperaturlarını deyil, həm də buna müxtəlif faktorların (molekul kütləsi, ilkin termiki emal, qızdırılma sürəti və s.) təsirini müəyyən etməyə imkan verir. Dilatometriyadan kristallaşma, şüşələnmə və bir kristallik modifikasiyadan digərinə keçid kimi proseslərin kinetik tədqiqində geniş istifadə edilir. Bu məqsədlər üçün dilatometriyanın tətbiqinin fiziki əsasları göstərilən keçidlər zamanı həcmnin izotermiki şəraitdə baş verən atom və molekul arasıdakı məsafənin transformasiyası ilə şərtlənən dəyişməsidir. Ölçməni aparmaq üçün nümunə dilatometrə tədqiq olunan keçid temperaturundan yuxarı temperaturda qızdırılır, sonra isə dilatometr tədqiq olunan keçid baş verə bilən izotermiki şəraitə yerləşdirilir. Bu zaman dilatometrik kapilyarda mayenin hündürlüyünün dəyişməsi qeyd edilir.

DİNAMİK YORĞUNLUQ – polimerin möhkəmliyinin çoxsaylı dövrü yükləmə və ya deformasiya təsiri nəticəsində azalmasıdır. Dinamik yorğunluğun təyini zamanı polimerin yüklənməsinin əsas iki rejimi mövcuddur: biri – $\varepsilon_0 = const$ və $\varepsilon_0 = const$ rejimi; digəri $\sigma_0 = const$ və $\sigma_0 = const$ yorulma rejimi. Polimerin yorulmaya müqavimətini və ya yorğunluq möhkəmliyini parçalanmaya qədər olan zamanla deyil, parçalanmaya qədər olan deformasiya tsikllərinin sayı ilə (Np) xarakterizə etmək daha münasibdir.

Yorulma zamanı polimer materialların möhkəmliyinin azalması müxtəlif faktorlardan aslıdır, bu faktorların nisbi rolu polimerin növündən və sınaq şəraitindən asılıdır:

1. Çoxsaylı deformasiyalar zamanı makromolekulların mexaniki-kimyəvi parçalanma reaksiyaları baş verir. Bu proseslər quruluşun çat və mexaniki qarışıqlar və həmçinin nümunədə orta gərginliyə məruz qalan makromolekul “hörgüsü” şəklində mikro qeyri-bircinsli olması ilə əlaqədardır.

2. Supramolekulyar quruluşun yenidən qruplaşması, kristallaşması, orientasiyası və s. baş verir, bu da mexaniki-kimyəvi proseslərlə birlikdə nəinki möhkəmliyin aşağı düşməsinə, həm də nümunənin ölçüsünün geri dönməyən dəyişməsinə, onun yorulma zamanı “dağılmasına” gətirib çıxarır.

3. Polimerlərin qocalması (köhnəlməsi) zamanı deformasiyanın hər bir tsiklində müəyyən miqdarda istilik enerjisi ayrılır və bu istiliyin kənarlaşdırılması çətinləşərsə və mexaniki enerji sayəsində istiliyin verilməsi böyükdürsə, o zaman istiləşmə nəzərə çarpan dərəcədə yüksələ bilər.

4. Polimerlərin yorulması zamanı mexaniki enerjinin verilməsi və nəticədə materialın öz-özünə qızması ilə intensiv oksidləşmə prosesi (“qocalma”) baş verə bilər. Polimerlərin çoxsaylı deformasiya rejimində iş qabiliyyətinin proqnozlaşdırılması üçün parçalanmaya qədər dövrlərin sayının gərginliyin amplitudasından σ_0 necə asılı olduğunu bilmək lazımdır.

DOLDURUCULAR. Dispers doldurucular - müxtəlif qeyri-üzvi və üzvi mənşəli maddələrdən ibarət olub, polimer kompozisiya materialları (PKM) üçün doldurucuların ən geniş yayılmış növüdür. Dispers doldurucuların əsas təyinatlarından biri kompozisiya materiallarının qiymətinin aşağı salınmasıdır. Bu əsasən (2-10 mkm-dan 200-300 mkm kimi) müxtəlif ölçülü hissəcikləri olan toz şəkilli maddələrdir. Doldurucuların hissəciklərinin ölçüsü, adətən 40 mkm-dən böyük olmur, lakin son zamanlar nanokompozitlərin hazırlanması üçün ölçüsü 1 mkm-dən də aşağı olan hissəciklər istifadə edilir. PKM-da dispers doldurucuların miqdarı geniş həddə - bir neçə faizdən 70-80%-dək dəyişir. Belə PKM-

lər, bir qayda olaraq, izotropdurlar, lakin emal prosesində nəzərə çarpan oriyentasiya şəraitində hissəciklərin asimmetrik quruluşu bəzi anizotrop xassələrin meydana çıxmasına səbəb ola bilər. Bu lifli doldurucular üçün daha çox xarakterikdir. Doldurma prosesi - bu polimerlərin bərk komponentlər ilə uyğunlaşması prosesidir və polimer fazanın (matrisanın) yaranan kompozisiyanın həcmində nisbətən bərabər paylanan maye yaxud qaz şəkilli maddə ilə arası kəsilməz ayrılma sərhədi ilə ifadə olunur və fazaların dəqiq ayrılma sərhədinə malik olur.

Doldurma - müəyyən texnoloji və istismar xassələrinə malik rezin, yapışqan, kompaund, lak-boya və s. kompozisiya materiallarının yaradılmasının əsas üsullarından biridir.

Müasir texnikada spesifik kompleks, texnoloji və istismar xassələrinə malik polimerlərin doldurucusu kimi əsasən 4 qrup materialdan: metal, keramika, polimer və karbon materiallarından istifadə olunur. Onların xassələri ilk növbədə müvafiq quruluşu əmələ gətirən rabitələrin növü ilə təyin olunur.

Metallar - rabitə enerjisi 110-350 kC/mol olan metal əlaqə (kristalda ionların sərbəst hərəkətli elektronların vasitəsi ilə birləşməsi);

Keramika – ion rabitəsi;

Karbon materialları – konyuqə olunmuş kovalent rabitələr;

Polimer materiallar – ion və kovalent rabitələr.

Polimerin həcmində (matrisada) nano-sahə və ya mikromiqyaslı sahə yaradan digər materiallar və ya maddələr paylanmış materiallardır.

– E –

EBONİTLƏR – doymamış kauçukların çox miqdarda küürdlə vulkanlaşmasından alınan məhsullardır. Adi yumşaq rezindən fərqli olaraq, ebonitlər otaq temperaturunda şüşəvari vəziyyətdə olurlar. Ebonitlərdə vulkanlaşdırıcı torun sıxlığı yumşaq rezinlərdən xeyli yüksəkdir. Ebonitlər mexaniki xassələrinə görə

adi yumşaq rezinləri üstələyirlər. Ebonitlərin möhkəmliyi metalların və plastiklərin möhkəmliyinə yaxındır. Doldurulmamış ebonitlər yüksək dielektrik xassəsinə malikdirlər. Ebonit asanlıqla mexaniki emal olunur və cilalanır. Ebonitlərin çatışmayan cəhəti – aşağı temperatur zamanı kövrək olmasıdır.

Yumşaq rezindən fərqli olaraq, ebonitlər yüksək dartılma möhkəmliyinə (52-67 MH/m²), bərkliyə malik olub, normal temperaturda yüksək elastikliyə malik deyildir. Turşu, qələvi, duz, bitki və heyvan piyinin təsirinə qarşı davamlıdır; hiqroskopik, qaz keçirici deyil.

Güclü oksidləşdiricilərin, aromatik və xlorlaşmış karbohidrogenlərin təsirindən dağılır. Güclü işıqın təsirindən onlar oksidləşərək, xoşagəlməz yaşıla bənzər rəng alır.

Ebonitlərdən fil sümüyü, buynuz və ya tısağa qını kimi qiymətli materialların əvəzedicisi kimi istifadə olunurdu. XX əsrin əvvəllərində və sonunda ebonitlərdən daraqlar, tənbəki çubuğu və siqaretlər üçün müştük, bıçaq qulpu və digər əşyalar hazırlanırdı. Hal-hazırda ebonitlər dielektrik və kimyəvi xassələrinə görə üstün olan plastik kütlələr tərəfindən, praktiki olaraq, sıxışdırılıb çıxarılmışdır.

EKSTRAKSIYA – xüsusi seçici maye ekstragentlər vasitəsilə məhlullardan bir və ya bir-neçə komponentlərin çıxarılması prosesidir. Bu üsul polimer materialların istehsalında, xüsusilə də polimerləri polimer məhlullarından və yaxud ilkin xammalın reaksiyaya girməyən qalığı, sintez məhsulları və digər komponentlərdən ibarət reaksiya qarışığından ayırmaq üçün tətbiq olunur.

ELASTİKLİK – emal prosesindən sonra yarımfabrikatın ilkin ölçülərinin və formasının bərpasıdır. O, həmçinin xoşagəlməz halın – yığılmanın (büzüşmənin) səbəbi sayılır. Gərginliyin təsiri zamanı ümumi deformasiya aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$\epsilon = \epsilon_{el} + \epsilon_{yel} + \epsilon_{pl}$$

ϵ_{yel} (yüksək elastiklikli deformasiya) ilə ϵ_{pl} (plastiki deformasiya) arasındakı nisbət, gərginlik və deformasiya kəmiyyətlərinin yüklənmə rejimindən, onların görünüşündən və zamandan asılı olaraq dəyişmə xarakterindən, habelə yükləmə müddətindən və temperaturdan asılıdır (E_{el} – elastiki deformasiya).

ELASTİKLİK MODULU – materialın deformasiyaya qarşı müqavimətini xarakterizə edir. Polimerdən konstruksiya materialı kimi istifadə zamanı elastiklik modulu mühüm göstərici sayılır. Deformasiyanın müxtəlif formalarında elastiklik modulunun kəmiyyəti xeyli fərqlənir.

Materialın mühüm deformasiya göstəricisi deformasiya əyrisi adlanan yükün təsirindən cismin deformasiya kəmiyyətidir. Sahənin əvvəlində σ -nın ϵ -dən asılılığı xəttiyyə yaxın xarakter daşıyır və formal surətdə Huk qanununa tabe olur:

$$\sigma = E\epsilon$$

Mütənasiblik əmsalı E elastiklik modulu adlanır. Elastiklik modulu deformasiyanın çox kiçik kəmiyyətində (3-10 %), yəni elastik deformasiya payı çox kiçik olan halda, adətən $E = \partial\sigma/\partial\epsilon$ kimi təyin edilir. Belə elastiklik modulu ilkin elastiklik modulu və yaxud Yunq modulu adını almışdır (Yunq moduluna bax). Yüksək elastik vəziyyətdə olan polimerlər üçün $E = \partial\sigma/\partial\epsilon$ yüksək elastiklik və elastiki deformasiya ilə şərtlənir və yüksək elastiklik modulu (E_{ye}) adlanır. Məcburi – elastik deformasiyanın inkişaf etməyə başladığı yükün xüsusi kəmiyyəti məcburi elastiklik həddi və ya axıcılıq həddi (σ_{ax}) adlanır. Axıcılıq həddi – polimerdən hazırlanan məmulatlardan şüşəyəbənzər halda istismar oluna bildiyi maksimal yükləməni təyin edir.

Əgər cismin dağılmasına yalnız elastik deformasiya səbəb olarsa, o zaman belə dağılma kövrək dağılma adlanır, dağılmaya təkcə dönmə deyil, həm də elastik deformasiya səbəb olarsa, o zaman belə dağılma plastik dağılma adlanır. Temperaturun azalması zamanı materialın, yüksək elastik haldan birbaşa şüşəyəbənzər hala keçidi və sonra kövrəklik temperaturundan aşağı həddə E , σ_{τ}

, σ_p -nin yüksəlməsi baş verir. Deformasiyanın sürətinin artması E , σ_τ kəmiyyətlərinin nəzərə çarpan dərəcədə artmasına, σ_p -nin isə cüzi artmasına səbəb olur. Molekul kütləsinin yüksəlməsi polimerlərin tam surətdə deformasiyasını artırır. Bu hal məcburi – elastik deformasiyada nəzərə çarpacaq dərəcədə müşahidə olunur. Tarazlıq şəraitində $\sigma(\varepsilon)$ asılılığı mexaniki relaksasiya prosesləri tam başa çatdıqdan sonra, yükləmənin statik rejimində (mexaniki parametrlərdən biri, yəni gərginlik və ya deformasiya sabit saxlandığı halda) təyin edilir. Bu asılılıqdan hesablanmış σ/ε nisbəti tarazlıq modulu adlanır. Relaksasiyanın praktiki olaraq, istisna olduğu şüşəyabənzər polimerlər üçün “kvazitarazlıq” şəraiti yer tutur və tarazlıq modulunun yerinə ani dönən elastiklik modulu anlayışından istifadə etmək lazımdır. Bir çox polimerlər üçün bu kəmiyyət dartılma zamanı $3 \cdot 10^9$ N/m² yaxındır. Yüksək elastik vəziyyətdə olan materiallar üçün σ/ε nisbəti yüksək elastik tarazlıq adlanır. Kiçik deformasiyalarda adətən 0,1-1,0 N/m² təşkil edir.

EMALLAR – pigmentlərin perxlorvinil, polivinilxlorid və digər qatranlarla, həmçinin digər qatqıqlarla suspenziyasıdır.

Zərgərlikdə tətbiq olunan texnika (qızıl, gümüş və mis məmulatları bəzəmək üçün), habelə emalla bəzənmiş məmulat. Emal texnikası soyuq (yandırmadan) və ya qaynar ola bilər. Bu zaman metal oksidləri ilə boyanmış pasta halında olan kütlə xüsusi emal olunan səthə çəkilir və yandırılır, nəticədə rəngli, şüşəvari qat əmələ gəlir. Emallar səthə çəkilmə və materialın səthində bərkidilmə üsulu ilə fərqləndirilir. Arakəsmə emalları nazik metal arakəsmələrdən əmələ gələn, metal səthə naxış xətti üzrə lehirlənmiş yuvacıqları doldurur. Onlar konturun dəqiq xətlərini ifadə edir.

Emalın soyuq çəkilmə üsulu da mövcuddur.

ENTALPIYA H (istilik tutumu) – bu, termodinamik sistemin halının funksiyasıdır və aşağıdakı tənliklə ifadə olunur:

$$H = U + PV$$

burada, U – daxili enerji, P – təzyiq, V - həcmdir.

Qapalı sistem üçün entalpiya - sərbəst dəyişən entropiya və təzyiqdə - $H(S, P)$ xarakterik funksiyadır. Entalpiyanın təzyiq və temperaturun sabit qiymətlərində dəyişməsi $\Delta H (P, T=\text{const})$, $H_{\text{məhsul}} - H_{\text{ilkın maddələr}} = Q$, Coul/mol – prosesin izobar istilik effektidir.

Qlifal əsaslı inşaat emalları taxta və suvaq üzərində daxili bəzəmə işlərində istifadə olunur. Daxildə və xarici fasadda rənglənmədə tətbiq edilir.

ENTROPIYA - Entropiya (S) – sistemin termodinamik ehtimalını və yaxud bu sistemin qeyri-müntəzəmlik dərəcəsini ifadə edən, termodinamik halın funksiyasıdır. Statistik termodinamikada entropiya aşağıdakı tənlik üzrə ifadə olunur:

$$S = k \ln W$$

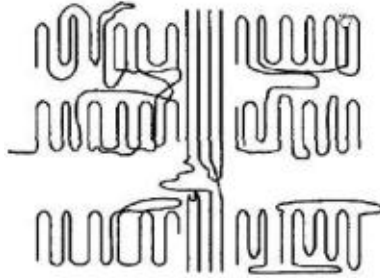
burada, k –Bolsman sabiti; W – termodinamik ehtimal.

Yuxarıda qeyd olunduğu kimi, entropiya termodinamikanın ikinci başlanğıcı sayılır və daxili enerji, komponentlərin mol sayı (və ya entalpiya, təzyiq və komponentlərin mol sayı) kimi adi dəyişənlərin xarakteristik funksiyasıdır. Termodinamikanın üçüncü başlanğıcına uyğun olaraq, sıfır entropiyaya mütləq temperaturda ($T=0$) fərdi kristal maddələr malik olur. Entropiya Coul/mol•K ilə ölçülür. Monomerlərin və polimerlərin ümumi entropiyası müxtəlif növ entropiyaların cəmi ilə ifadə olunur, burada S_{tr} – translyasiya, S_{fir} – fırlanan, S_{dax} – daxili fırlanan, S_r – rəqsi.

Polimerlər üçün molekulun formasından asılı olmayaraq $S_{\text{tr}} + S_{\text{fir}} + S_{\text{dax}} + S_{\text{fir}} \gg S + S$ olduğu sübut olunmuşdur. Ona görə $S_{\text{tr}} + S$? nəzərə alınmaya bilər. Beləliklə, $S_r + S_{\text{fir}}$ – “qazvari” polimerin standart entropiyasıdır və yarımempirik yolla tapıla bilər.

EPİTAKSIYA – bir tip kristalların digərinin daşıyıcısında böyüməsidir. Kristalların epitaksial böyüməsi polietilenin atmosfer təzyiqində sürətlə rekristallaşması zamanı qabaqcadan əridilmiş fabrilıyar kristallarda müşahidə olunmuşdur. Belə şəraitdə əridilmiş polimer təbəqələri yalnız üst-üstə toplanmış zəncirli lamell

(şəkil) əmələ gətirməklə kristallaşırırlar, əriməyən daxili dartılmış kristallar isə epitaksial rekristallaşma üçün daşıyıcı hesab olunur.



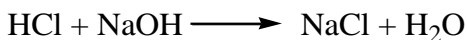
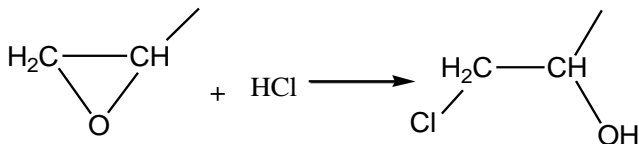
“Şiş kabab” tipli quruluşlarda zəncirlərin yerləşmə sxemi

Çox vaxt polimer kristallarının epitaksial böyüməsi polimerin fabriləbənzər substratlarında müşahidə olunur. Landemeyer belə ikiqat morfolojiyanı “şiş kabab” quruluşu adlandırmışdır. Makromolekulların, məsələn, polietilenin qeyri-polimer kristallar səthində epitaksiyası mümkündür.

Etrollar– bu, sellülozanın sadə və mürəkkəb efirləri əsasında alınan plastik kütlələrin Rusiyada qəbul olunmuş adıdır. Etrollar – yanmayan termoplastik materiallardır (nitrosellülozadan başqa). Yaxşı fiziki-mexaniki və elektroizolyasiya göstəricilərinə malikdirlər. Mexaniki emala yaxşı məruz qalır, asan yapışır, ciləlanır və parlaqlığı uzun müddət saxlayır, zəif elektricləşir. Etrollar dənəvər şəklində alınır. Etrollardan müxtəlif texniki və məişət təyinatlı məmulatlar alınır.

Etrollardan alınan məmulatlar yüksək mexaniki xassələrə, yaxşı xarici görkəmə malikdir. Onları asanlıqla asetonla və ya digər üzvi həlledicilərlə yapışdırmaq mümkündür. Etrollardan şturvallar, dirsəkciklər, cihazlar üçün qutular, avtomobil, təyyarə, gəmi və vaqonlar üçün basma düymələr və dəstəklər, tutacaqlar, telefon aparatlarının hissələri, təbii qaz üçün borular, cihazların baxış pəncərələri üçün şəffaf vərəqlər, eynəklər üçün sağanaq, qalantereya malları hazırlanır.

EPOKSİD QRUPLARININ MİQDARI. Epoksid qruplarının miqdarının təyini üsulu, bu qrupların xlorid turşusu ilə qarşılıqlı təsir reaksiyasına əsaslanır. Turşunun artıq miqdarı titrlənməklə təyin olunur:



Epoksid qruplarının miqdarı ГОСТ 12497-78 üzrə təyin edilir. (Plastik kütlələr. Epoksid qruplarının təyini metodları).

– Ə –

ƏRİMƏ - polimerin əriyərək nizamlı vəziyyətdən maye vəziyyətinə keçməsi prosesidir. Ərimə birinci dərəcəli faza keçidlərinə aiddir, yəni daxili enerji, həcm, entropiya və istilik effektinin dəyişməsi ilə müşayiət olunur. Ərimə prosesi diffuziya xarakteri daşıyır, yəni polimerlər, aşağı molekullu birləşmələrdən fərqli olaraq, bir nöqtədə deyil, geniş temperatur diapazonunda əriyir. Ərimə diffuziyası aşağıdakılara əsaslanır:

– polidisperslik;

– polimerdə müxtəlif ölçülü kristallitlərin olması. Kiçik ölçülü kristallitlər daha böyük sərbəst səth enerjisinə malikdirlər və material xırdalanan zaman bu enerji yüksəlir, buna görə də onlar iri kristallitlərə nisbətən daha aşağı temperaturda əriyir;

– ərimənin diffuziyası temperaturun təsirindən asılıdır: kristallaşma temperaturu nə qədər aşağı olarsa, ərimə temperaturu bir o qədər aşağı, diffuziya qabiliyyəti isə bir o qədər yüksək olar.

Polimerlərin əriməsi relaksasiya xassəsi daşıyır və onun baş verməsi sonu ərimə və qızma sürətinin nisbəti ilə müəyyən edilir.

Polimerlərin qızma sürəti artdıqca, ərimə temperaturalarının tarazlıq kəmiyyəti əldə edilmir.

Ərimə temperaturunun intervalı da polimerin kimyəvi quruluşundan asılıdır. Polimer molekullarının uzunluğu ərimə entropiyasına cüzi, konformasiyasına isə əhəmiyyətli təsir göstərir. Makromolekulun çevik zəncirinin hər bir atomu üçün ərimə entropiyasının orta qiyməti $8-12 \text{ C/K} \cdot \text{mol}$ təşkil edir.

Çevik zəncirli polimerlərin ərimə entalpiyası təbiətinə görə daxili və molekullararası ola bilər:

– ümumi ərimə istiliyinə molekullararası qarşılıqlı təsir aşağı molekullu maddələrin ərimə entalpiyasına oxşardır; bu isə kristalın və ərintinin kogeziya enerjisinin sıxlığına əsasən hesablanabilir;

– polimerin ümumi ərimə istiliyinə molekul daxili qarşılıqlı təsiri Flori tərəfindən təklif edilmişdir (Flori təklif etmişdir ki, faza keçidinə konformasiya effektləri əlavə olaraq təsir edir və yalnız bu effektlər onu xarakterizə edə bilər).

ƏRİMƏ İNDEKSİ – termoplastik qatran ərintilərinin axıcılığını xarakterizə edən göstəricidir. Ərinti indeksi dedikdə, müəyyən şəraitdə (temperaturda, təzyiqin dəyişməsində) viskozimetrin standart kapillyarından 10 dəq müddətində keçirilmiş polimer kütləsi (q) nəzərdə tutulur. Kapillyarın sınaq üçün standart ölçüləri: uzunluq $8.000 \pm 0.025 \text{ mm}$, diametr $2.095 \pm 0.005 \text{ mm}$, viskozimetrin silindrinin daxili diametri $9.54 \pm 0.016 \text{ mm}$. Sınaqlar QOST 11645-65 üzrə aparılır.

Qurğu adı porşenli ekstruderdən ibarətdir. Polimer qurğunun daxilinə yerləşdirildikdən sonra tələb olunan temperatura (ərimə temperaturuna) qədər qızdırılır. Sonra porşenin yuxarısında yerləşdirilmiş yükün təsiri altında korpusda yerləşən filyerdən polimer ərintisi basılaraq çıxarılır. Ərinti indeksi (ΘI) həm də polimer ərintisinin axma göstəricisi adlanır. Bu kəmiyyət müəyyən zaman ərzində (bir qayda olaraq, 10 dəq ərzində) ekstruderdən keçən polimerin miqdarını (qramlarla) göstərir.

Polimer filyerdən aramla keçirildikdə, polimerin özlülüyü yüksək olur. Deməli, polimerin yüksək axıcılıq göstəricisi (PAG) özlülük indeksinin aşağı olduğuna, PAG-nin aşağı göstəricisi özlülük göstəricisinin yüksək olduğuna dəlalət edir. Polimerin PAG- göstəricisi 1-dən aşağı olduğu halda polimer qismən axıcı adlanır. Bu zaman qismən axıcı olan plastik kütlələr 1-ə bərabər olanlardan xeyli yüksək PAG-a malik olur.

ƏRİNTİDƏ POLİKONDENSLƏŞMƏ - bu üsul polikondensləşmə prosesinin həlledici və ya durulducu olmayan şəraitdə həyata keçirilməsinə əsaslanır. Bu prosesdə alınan polimer ərimiş vəziyyətdə olur. Polikondensləşməni ərintidə aparmaq üçün monomerlər və ya oliqomerlər qarışığı uzun müddət alınan polimerin ərimə (yumşalma) temperaturundan 10-20⁰C yuxarı temperaturda qızdırılır. Monomerlərin oksidləşməsinin və alınan polimerin termooksidləşdirici destruksiyasının qarşısını almaq üçün proses əvvəlcə qurudulmuş inert qaz mühitində, sonra isə alınan yan məhsulları kənarlaşdırmaq üçün vakuumda həyata keçirilir.

Polikondensləşmə proseslərinin çoxunda yüksək molekul kütləli polimer almaq üçün monomerlərin stereometrik nisbətini (ekvivalentliyi) gözləmək lazımdır. Məhlulda polikondensləşmə zamanı monomerlərin nisbətinin pozulması aşağıdakı səbəblərdən baş verə bilər.

- monomerlərdən birinin funksional qruplarının parçalanması;
- inert qaz axını ilə asan uçucu monomerin sistemdən kənarlaşdırılması;
- vakuumda buxarlanma (qovulma).

Bu arzuolunmaz proseslərin qarşısını almaq üçün prosesin ilk dövründə reaksiya üçün lazım olan minimal temperatur saxlanılır və temperatur yalnız götürülmüş monomerlər kütləsinin əsas hissəsi oliqomərə çevrildikdən sonra qaldırılır.

FAZA KEÇİDİ. Faza keçidi dedikdə prosesdə baş verən, termodinamik funksiyaların (entalpiya, entropiya, daxili enerji və həcm) və sistemdə fazalararası sərhədin aşılması başa düşülür.

Termodinamikada faza dedikdə, heterogen sistemdə termodinamik funksiyalarla fərqlənən və ayırıcı sərhədə malik olan, homogen hissələr anlaşılır. Struktur nöqtəyi-nəzərindən fazalar xarakterinə görə, bütün cisim boyunca üçlü-müntəzəm ola bilər. Belə fazanı kristallik adlandırmaq qəbul edilmişdir. Qrup və ya seqmentdə atomların ölçüləri tərtibində yaxın nizama malik strukturlu fazanı öz növbəsində amorf adlandırmaq qəbul edilmişdir.

Termodinamik funksiyaların dəyişmə xarakterindən asılı olaraq, faza keçidlərinin birinci və ikinci növünü fərqləndirmək qəbul olunmuşdur. Faza keçidi prosesində termodinamik potensialın birinci tərtib törəməsi sıçrayışlı surətdə dəyişirsə, onu keçidin birinci növünə, əgər ikinci tərtib törəməsi sıçrayışla dəyişirsə - ikinci növünə aid edirlər.

Faza keçidinin birinci növünə bəzi poliomerlərdə müşahidə olunan, kristal modifikasiyalar arası keçidlər, ilk növbədə ərimə və kristallaşma aid edilir. Faza keçidlərinin birinci növünün təcrübi əlamətləri – istilik təsirindən sərhədlə ayrılan fazaların keçid nöqtələrinin olmasıdır. Xətti makromolekulların elastikliyi poliomerin ərimə temperaturuna təsir göstərə bilər. Bu zaman ərimə entalpiyası makromolekulun çəvik zəncirinin hər bir atomuna hesablanmaqla 8-12 Coul /K·mol təşkil edir.

Çəvik zəncirli polimerlərin ərimə entalpiyası daxili və molekullarası təbiətə malik ola bilər. Kristalın və ərintinin kogeziya enerji sıxlığına əsasən molekullarası qarşılıqlı enerjinin miqdarını hesablamaq olar. Bu, konformasiya effektlərinin təsiri ilə izah olunur.

İkinci faza keçidinə ferramaqnetiklərin paramaqnetiklərə, gəllərin – yüksək axıcılıq halına, polimerlərdə isə - faza təbəqələşməsinin keçid temperaturu vasitəsilə baş verməsi aiddir. Faza

keçidləri müxtəlif faktorlarla: temperatur, mexaniki və yaxud digər təsirlərlə, habelə onların birlikdə təsirinin nəticəsində baş verə bilər.

Müxtəlif kristal modifikasiyaların arasında faza keçidləri ya dəyişməyən konformasiyada zəncirlərin kristal qəfəsdə qablaşdırma üsulunun dəyişmə yolu ilə, ya da ki, zəncirin konformasiyasının dəyişməsinin nəticəsində həyata keçirilə bilər.

Polimerlər üçün keçidin birinci halı həlledici əhəmiyyət daşıyır.

FAZALARARASI POLİKONDENSLƏŞMƏ – bir-biri ilə qarışmayan, iki fazanı ayıran sərhəddə gedən polikondensləşmədir. Fazalararası polikondensləşmə - heterogen, geri dönməyən kimyəvi prosesdir. Burada prosesin sürəti komponentlərin diffuziya sürəti ilə müəyyən edilir.

Fazalararası polikondensləşməni apararkən ilkin reagentlər ayrılıqda bir-birində qarışmayan həlledicilərdə həll edilir.

Poliamidlərin və ya poliuretanların sintezi zamanı fazaları ayıran sərhəddə nazik polimer təbəqəsi yaranır. Onu təmizlədikdə ani sürətdə yeni təbəqə əmələ gəlir. Beləliklə, polimer fazaları ayıran səthdən monomerlər tam itənə qədər fasiləsiz sürətdə təmizlənilir. Fazalararası polikondensləşməni aparmağa yüksək reaksiya fəallığına malik olan monomerlər daha yararlıdır. Bundan başqa, monomerlərin reaksiya fəallığı aralıq reaksiyaların istisnası məqsədilə sintezi aşağı temperaturlarda aparmağa imkan verir. Komponentlərin ardıcılıqla sistemə daxil edilməsi fazalararası polikondensləşmə prosesinə, alınan polimerin orta molekul kütləsinə və hazır məhsulun çıxımına əhəmiyyətli təsir göstərir. Polimerin çıxımına həmçinin komponentlərin qarışdırılma intensivliyi də təsir göstərir. Polimerin orta molekul kütləsi və çıxımı habelə, monomerlərin sistemdəki qatılığından asılıdır.

Fazalararası polikondensləşmə su və üzvi fazalarda, onları ayıran sərhədə yaxın və ya elə bu sərhəddə həyata keçirilə bilər. Onları bir-birindən ayıran sərhəddə səthi gərginlik yüksək olduqca alınan polimerin orta molekul kütləsi bir o qədər yüksək olur.

Fazalararası polikondensləşmənin sürət sabitləri radikal və ion polimerləşmə reaksiyalarının sürət sabitlərinə yaxındır. Adətən fazalararası polikondensləşmə otaq temperaturunda aparılır. Temperaturun artırılması bir qayda olaraq, çıxımın və molekül kütləsinin azalmasına gətirib çıxarır. Üzvi həlledicinin tipi reagentlərin fazalar arasında paylanması, reagentlərin diffuziya sürətini, əsas və aralıq reaksiyaların sürətini, faza sərhəddində səthi gərginliyi, polimerlərin həlledici ilə qarşılıqlı təsirinin xarakterini və s. müəyyən edir. Bir çox hallarda, maksimal orta molekül kütləli və yüksək çıxımlı polimerlər almaq üçün həlledici təcrübə yolu ilə seçilir. İkinci həlledici kimi, adətən sudan istifadə olunur, lakin iki bir-birində qarışmayan üzvi həlledicilərdən istifadə olunması da məlumdur. Fazalararası polikondensləşmə prosesində emulqatorlardan istifadə fazaları ayıran səthin böyüməsinə səbəb olur. Bunun nəticəsində məqsədli məhsulun çıxımının artmasına və bəzi hallarda, polimerin orta molekül kütləsinin yüksəlməsinə nail olmaq olur.

Fazalararası kataliz sahəsi üzrə aparılan tədqiqatlar fazalararası polikondensləşmədə effektiv katalizator kimi dördlü onium birləşmələri və Kraun efirləri tətbiq etməyə imkan verir. Bu, prosesin intensivliyini, daha yüksək molekül kütləli polimerlərin alınmasını və fazalararası polikondensləşmədə az reaksiya qabiliyyətli polimerlərdən istifadəni təmin edir.

Fazalararası polikondensləşmə müxtəlif polimerlərin, məsələn, polikarbonatların, poliakrilatların, poliamidlərin, poliuretanların effektiv alınma üsuludur. Sənayedə fazalararası poliokondensləşmədən istifadə edilməsi məhduddur. Bu, böyük həcmdə maye fazaların tətbiqinin zəruriliyi, üzvi həlledicilərin regenerasiyası və prosesdə əmələ gələn polimerlərin xassələrini pisləşdirən aralıq məhsulun – qeyri-üzvi duzların çətinliklə kənarlaşdırılması ilə əlaqədardır.

Maye-qaz fazada fazalararası polikondensləşməni aparmaq üçün monomerlərdən biri suda həll edilir, digəri isə qaz daşıyıcı qarışığında bu məhluldan buraxılır. Qaz daşıyıcı kimi, azotdan,

havadan və s. istifadə olunur. Orta molekul kütləsi və alınmış polimerin çıxımı qarışmayan mayeləri ayıran sərhəddə aparılan fazalararası polikondensləşmənin qanunauyğunluqlarından asılıdır.

Köpük rejimindən istifadə etməklə aparılan fasiləsiz proses həddən artıq məhsuldardır, asan idarə olunur, məhsulların stabil rejimdə sintez şəraitini dəyişməyə imkan verir, asanlıqla avtomatlaşdırılır və sənayedə tətbiq etmək üçün çox perspektivdir.

FİK QANUNU. Termodinamik nöqteyi-nəzərdən hər hansı tarazlaşma prosesinin aparıcı potensialı entropiyanın yüksəlməsidir. Sabit təzyiq və temperaturda bu potensial rolunda maddənin axınının saxlanması şərtləndirən kimyəvi potensial çıxış edir. Bu zaman maddə hissəciklərinin axını potensialın qradientinə mütənasib olur:

$$-\left(\frac{\partial\mu}{\partial x}\right)P,T.$$

Çox vaxt praktiki hallarda kimyəvi potensial əvəzinə qatılıqdan C istifadə olunur. μ -nün birbaşa C ilə əvəz olunması yüksək qatılıqlarda qeyri-dəqiq olur, çünki kimyəvi potensial qatılıqla loqarifmik asılılıqla əlaqəlidir. Belə hallar nəzərə alınmazsa yuxarıda göstərilən düsturu aşağıdakı kimi dəyişmək olar:

$$J=-D\left(\frac{\partial C}{\partial x}\right)$$

Bu düstur maddə axınının sıxlığının J [$\text{sm}^{-2\text{s}^{-1}}$] diffuziya əmsalına D [$\text{sm}^{-2\text{s}^{-1}}$] və qatılığın qradientinə mütənasib olduğunu göstərir. Bu tənlik Fikin birinci qanununu ifadə edir. Fikin ikinci qanunu qatılığın fəza və zaman dəyişikliklərini uzlaşdırır (diffuziya tənliyi):

$$\frac{\partial C}{\partial x} = D\left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}\right)$$

Diffuziya əmsalı D temperaturdan asılıdır.

FORPOLİMER – bu, molekulunda reaksiya qabiliyyətli qruplar saxlayan oliqomerdir və müəyyən şəraitlərdə zəncirin

uzanması ilə yüksək molekullu polimerlərin əmələ gəlməsinə şərait yaradır. Forpolimer yüksək molekullu birləşmələrin alınması üçün əvvəlcədən qismən polimerləşmiş ilkin xammaldır.

Belə ki, sonunda izosionat qrupu olan forpolimerlərdən lak-boya materiallarının alınmasında istifadə olunur. Onlar havanın nəmi ilə qarşılıqlı təsirdə olur və ona görə kip qabda saxlanılmıdır. Lak-boya materialının istənilən hissəsini qabdan çıxararkən, gel əmələ gəlməsinin qarşısını almaq üçün qabı kip bağlayırlar. Qaba daxil olan nəmlik izosionat qrupları ilə reaksiyaya daxil olsa belə, bu vəziyyətdə də lak-boya materialını uzun müddət saxlamaq mümkün olur. Piqmentləşmənin çətin olması ilə bağlı hava nəmi ilə bərkimiş forpolimerlərdən emal kimi yox, çox vaxt lak hazırlanmasında istifadə olunur. Bu laklar kimyəvi reagentlərə və suya qarşı yüksək dayanıqlı və yüksək fiziki-mexaniki keyfiyyətlərə (əsasən, sürtünməyə davamlı) malik şəffaf örtüklər əmələ gətirirlər. Son izosionat qruplu forpolimerlər özlüyündə adətən aşağı özlülüklü maye olub, həlledicilərin sərfini azaltmağa imkan verirlər. Adətən forpolimerlərin məhlulları keton, mürəkkəb efirlər və aromatik karbohidrogenlər qarışığında həll edilir və işçi özlülüyə qədər durulaşdırılır.

FOTO STABİLLƏŞDİRİCİLƏR (İşığın təsirinə qarşı stabilləşdiricilər) müxtəlif maddələr və materialları işıqın təsirindən qoruyan xüsusi birləşmələr qrupudur.

Foto stabilizatorlar kimyəvi quruluşuna (hidroksifenilbenzotriazol, hidroksibenzofenonlar, arilsalisilatlar, fəza cətinlikli aminlər və s.), təsir mexanizminə (UB şüa uducular, skrininq əlavələri, həyəcanlanmış vəziyyətləri söndürən, antioksidantlar və s.) və texniki təyinatına görə (polimerlər, lazer mühitləri, boyalar, müxtəlif preparatlar və s. üçün foto stabilizatorlar) təsnif edilir. Foto stabilizatorlara bitki və heyvan orqanizmlərinin hüceyrələrini işıqın dağıdıcı təsirlərindən qoruyan bir çox təbii birləşmələr, məsələn, karotenoidlər, polihidroksiantraxinonlar və bitki piqmentləri aiddir.

Polimer materialına foto stabilizator polimerin istehsalı və emalının müxtəlif mərhələlərində daxil edilə və ya hazır məmulatın səthinə örtük kimi çəkilə bilər. Tətbiq olunan foto stabilizatorun miqdarı adətən çəki ilə 0,25-2,0% kütlə təşkil edir; polimer material örtük kimi istifadə edilərkən foto stabilizatorun miqdarı 10% -ə çatır.

İşığın təsiri altında müxtəlif materiallarda ilkin fotokimyəvi və ikinci istilik və fotokimyəvi proseslər baş verir.

İlkin fotokimyəvi proseslərə təsir edən işıq stabilizatorları kimi işığı güclü şəkildə udan maddələrdən (məsələn, 2-hidroksibenzofenonlar, 2-(2-hidroksifenil)-benzotriazolər və UB absorberlər kimi – azo-birləşmələr, ftalosiyaninlər, tioindiqo) üzvi piqmentlər ağ və ya rəngli qeyri-şəffaf skrining əlavələrdən - (məsələn, his, TiO_2 , MgO , BaO , ZnO , Fe_2O_3 , Cr_2O_3) istifadə olunur. Eyni proseslərdə enerji və ya elektron ötürmə mexanizmi (məsələn, keçid metal kompleksləri) vasitəsilə əsas maddənin molekullarında və ya tərkibdə olan qarışıqlarda xromofor qruplarının həyəcanlanmış vəziyyətlərini söndürə bilən maddələr maneə törədirlər. Bu tip işıq stabilizatorları, bir qayda olaraq, həyəcanlanmış hissəciklərin uzun ömürə malik olduğu və enerjinin kifayət qədər nəzərə çarpan məsafələrə ötürülməsi mümkün olduğu aromatik sistemlərdə təsirli olur.

Materialın işıq şuası təsirindən qocalma proseslərində foto stabilizatorlar özləri fotokimyəvi reaksiyalara daxil olurlar. Bu arzuolunmaz proseslərin qarşısını almaq üçün işığa davamlı işıq stabilizatorları istifadə olunur.

Köhnəlmə prosesində əmələ gələn qeyri-sabit molekulyar məhsullarla reaksiyaya daxil olan birləşmələr ikinci proseslərə təsir edən işıq stabilizatorları kimi istifadə olunur. Məsələn, keçid metal kompleksləri hidroperoksid qruplarını sərbəst radikallar əmələ gətirmədən parçalayır, fəza cətinlikli fenollar isə sərbəst radikallarla reaksiya daxil olur və zəncirvari oksidləşmə proseslərini dayandırır. Belə işıq stabilizatorları yalnız asanlıqla oksidləşən mühitlərdə təsirli olurlar.

Polimer materialların bəzi sənaye işıq stabilizatorları

İşıq stabilizatorunun tipi	Qorunan polimer	Əsas (əlavə) təsir mexanizmi
2-(2-hidroksifenil) benzotriazol	Bütün polimerlər	Ekranlaşdırma (söndürmə)
2-hidroksibenzofenonlar	PS, PVX, PO, PEF, PA, At, Si .	Söndürmə (ekranlaşdırma)
Arilbenzoatlar	PVX, PS, PEF	Hidroksibenzofenonda yenidən qruplaşma
Ariksalisilatlar	P VX, PS, PEF	Hidroksibenzofenonda yenidən qruplaşma
Turşəng turşusunun anilidləri	PS, PO, PA, PU	Hidroksibenzofenonda yenidən qruplaşma (söndürmə)
Fəza-çətinlikli fenollar	PE, rezinlər	Radikallarla reaksiyalar

– G –

GEL-EFFEKT - Tromsdorf effekti monomerin polimərə çevrilməsinin müəyyən mərhələsində bəzi monomerlərin radikal polimerləşmə sürətinin öz-özünə artması prosesidir.

Öz-özünə sürətlənmənin əsas səbəbi makroradikalların yerdəyişməsində diffuziya çətinlikləri səbəbindən zəncirin qırılması reaksiyasının sürət sabitinin azalmasıdır. Nəticədə, özlü mühitlərdə makromolekulların bir-biri ilə qarşılaşma ehtimalı azalır və sistemlərdə yaranan makromolekullar aqreqasiyaya meyilli olurlar.

Öz-özünə sürətlənmənin xarakteri monomerin təbiəti, aktivləşmə sürəti və polimerləşmə şəraiti ilə müəyyən olunur. Bir çox monomerin polimerləşmə zamanı məhlulun özlülüyünün artması ilə polimerləşməni sürətləndirən gel effekti müşahidə olunur. Gel effekti çevrilmənin, polimerləşmənin müəyyən bir dərinliyindən başlayaraq, polimerləşmə sürəti və dərəcəsinin artması ilə mey-

dana çıxır. Bunun səbəbi mühitin özlülüyünün artması nəticəsində iki makroradikal arasındakı zəncirin qırılmasıyla baş verən reaksiyanın çətinləşməsi ilə izah olunur.

Polimerləşmə zamanı zəif inhibitorlaşma üsulundan istifadə edərək və prosesi müəyyən bir temperatur rejimində həyata keçirərək gel effekti əhəmiyyətli dərəcədə aradan qaldırmaq olar.

Bəzi monomerlərin radikal polimerləşməsi zamanı gel effekti azaldan zəif inhibitorlara misal olaraq alifatik, həm də aromatik sıranın nitro birləşmələri, allil törəmələri, aromatik aminlər və fenolları göstərmək olar.

Gel effekt, reaksiya mühitinin özlülüyünün artması ilə baş verən zəncirin qırılması prosesinin sürətinin azalmasının nəticəsidir. Artan özlülük mühitində monomerin diffuziyası mümkün olsa da, böyüyən polimer radikallarının diffuziyası əhəmiyyətli dərəcədə zəifləyir və nəticədə onların qırılma ehtimalı azalmış olur. Buna görə də, polimerin molekul kütləsinin maneəsiz artması ilə yanaşı, zəncirin qırılma sürəti əhəmiyyətli dərəcədə azalmış olur. Polimer dispersiya mühitindən çökdürüldükdə, polimer radikallarının laxtalanması onların sonlarını daha əlçatmaz edir və bəzi hallarda polimer matrisasında hətta tutulmuş radikallar aşkar edilir. Metilmetakrilat və strolun polimerləşməsi zamanı polimeri çətin həll edən həlledicilərdə zəncirin qırılma sürətinin azalması (lakin alınan polimeri çökdürməyə başlayacaq dərəcədə pis həlledici olmadıqda) sıx burulmuş makroradikalların əmələ gəlməsi nəticəsində radikal-radikal qırılmanın çətinləşməsi ilə bağlıdır.

Radikal polimerləşmədə, gel effekt əhəmiyyətli dərəcədə artır, yəni sistem müəyyən bir kritik çevrilmə dərəcəsinə çatdıqda polimerləşmə öz-özünə kəskin sürətlənir. Görünür ki, gel effektin bu artımı radikal polimerləşmə zamanı şüaların təsiri ilə həm monomer, həm də polimerdə radikalların əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır.

GELƏMƏLƏGƏLMƏ (jelatinləşmə). Geləmələgəlmə asan hərəkətli, özlü axıcı mikroheterogen və ya homogen sistemlərin gel və ya həlmişik şəklində bərk vəziyyətə keçməsidir. Geləmələgəlmə maye sistemin həcmində fəza quruluşunun və

ya molekulyar şəbəkənin (karkasın) əmələ gəlməsi ilə maye sistemin axıcılığının itməsi və bərk cismə xas bəzi xüsusiyyətlərin (elastiklik, plastiklik, sərtlik, möhkəmlik) aşılması ilə əlaqədardır.

Gellər zəif Van der Vaals qüvvələri hesabına dispersiya mühitinin nazik təbəqəsinin hissəcikləri arasında əlaqənin meydana gəldiyi tipik koaqulyant, laxta quruluşuna malikdir. Belə quruluşun xarakterik xüsusiyyətləri aşağı möhkəmlik, plastiklik, bir qədər elastiklik və mexaniki təsir altında dəyişmiş formanın, quruluşun öz-özünə yenidən bərpa olunma – tiksotropiya qabiliyyətidir. Hissəciklərin anizotropiyası (asimetriyası) nə qədər böyük olarsa, dispers fazanın az hissəsində gel əmələ gəlməsi bir o qədər mümkündür.

Liogellərin tərkibindən maye hissə çıxarıldıqda aerogellər və ya kserogellər - yəni hissəciklər arasında labil koaqulyasiya əlaqəsi əvəzinə möhkəm kogeziya və ya adgeziya əlaqəli - mikroməsaməli cisimlər əmələ gəlir. Belə sistemlər plastiklik və tiksotrop (tikotropiya – mexaniki təsir altında dağılmış bəzi dispers sistemlərin quruluşlarının özbaşına bərpa olunma qabiliyyətidir) xüsusiyyətlərə malik deyildir və dönməyən parçalanmaya məruz qalırlar. Bu tip sistemlərə həmçinin yüksək molekulyar birləşmələrin məhlulları da daxil olmaqla, həddindən artıq doymuş buxarlardan, ərintilər və məhlullardan yeni bir faza ayrıldıqda yaranan kondensləşmiş strukturlar daxildir. Kondensləşmiş strukturun formalaşmasının iki yolu mövcuddur:

- 1) yüksək polimer tərkibə malik koaservat damcılarının formalaşmasının aralıq mərhələsi ilə;
- 2) elastik polimerdə vakuoll adlanan durulaşdırılmış məhlul damcılarının əmələ gəlməsi ilə.

Birinci halda, yüksək elastik hala keçmiş damcılarının desolvasiyası və koalesensiyası zamanı birləşmənin şəbəkə quruluşu meydana çıxır (süngər kauçuk istehsalı zamanı lateksin gəlləşməsi nəticəsində polimer qlobullarından oxşar strukturlar əmələ gəlir). İkinci halda isə vakuolların çoxalması və birləşməsi nəticə-

sində bağlı kanallar sistemi yaranır. Eyni zamanda, sinerezis nəticəsində məsaməli struktur şəbəkənin yaranması ilə əlaqədar olaraq gel fazada həlledicinin miqdarı tükənir. Təsvir edilən növ kondensləşmə strukturlarından (psevdogellərdən) həlledici çıxarıldıqda, müxtəlif nazik dispers materialların, süni dəri, mikroməsaməli iondəyişdirici qatranlar, membran filtrlərinin istehsalında praktik maraq kəsb edən polimer aerogellər əmələ gəlir.

Geləmələgəlmə prosesi, bir qayda olaraq, iki mərhələyə bölünür (əvvəlcə daha zəif, sonra daha möhkəm əlaqələrin formalaşması):

1) Birinci mərhələdə sistemin özlüklüyü artır, lakin sistem hələ də məhlullara xas xüsusiyyətlərini saxlayır. Bu mərhələ düşən işığın müxtəlif dalğa uzunluqlarında optiki sıxlığın müəyyən ediləməsinə əsaslanan bulanıqlıq spektri üsulu ilə sübut olunur. Elə molekulyar strukturlar var ki, hətta çox durulaşdırıldıqda da zəif istilik təsiri ? nəticəsində belə dağılmır;

2) İkinci mərhələdə bərk cismin xüsusiyyətləri (xüsusən elastiklik) meydana gəlir, sonra bu göstəricilər yüksəlir və geləmələgəlmə şəraitinə müvafiq olaraq müəyyən edilmiş həddə çatır.

Geləmələgəlmə mexanizmi polikondensləşmə prosesinə bənzəyir, yəni geləmələgəlməni məhlulda tədricən ikinci makromolekulların əmələ gəlməsi prosesi kimi başa düşmək olar. Bu makromolekullar da öz növbəsində bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə olur və uç ölçülü fəza quruluşu polimer əmələ gəlir.

Polimerlərin kimyası və texnologiyasında geləmələgəlmə polifunksional polikondensləşmə prosesində reaksiya qarışığının özlü maye halından əriməyən və həll olmayan hala malik gel məhsula çevrilməsi prosesinə deyilir. Sistemin axıcılığını itirdiyi an geləmələgəlmə nöqtəsi adlanır. Bu zaman böyüyən polimer zəncirlərinin tikilməsi baş verir və qarışığın bütün həcminə nüfuz edən üç ölçülü molekulyar şəbəkə yaranır. Geləmələgəlmə nöqtəsində məhsulun orta ədədi molekul kütləsi çox kiçik olur, halbuki bu nöqtədə orta molekul kütləsi çox yüksək olur.

GERMANIUM SAXLAYAN POLİMERLƏR - makromolekulunda əsas və yan zəncirdə germanium atomları saxlayan

polimerlərdir. Germanium güclü Ge-Ge , Ge-O, Ge-C rabitələri yaratmağa qadırdır. Ge-H, Ge-P rabitələri asan oksidləşir, Ge-halogen, Ge-N, Ge-S rabitələri isə asan hidrolizə uğrayırlar.

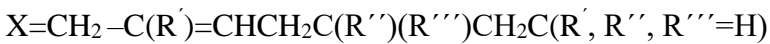
Əsas zəncirdə Ge atomları olan homopolimerlər -qeyri-üzvi polimer $[-\text{GeH}_2-]_n$ (poligerman, poligermen, poligermilen) sarı, bərk, amorf, uçucu olmayan, üzvi həlledicilərdə həll olmayan birləşmədir.

Əsas zəncirdə Ge atomları olan heterozəncirli polimerlər- əsas zəncirdə Ge-O rabitəsi olan polimerlərdir. Poligermanoksanlar $[-\text{Ge}(\text{R}_2)\text{O}-]_n$, harada ki, $\text{R}=\text{CH}_3$ və C_6H_5 - məlumdur.

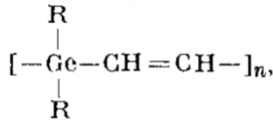
Əsas zəncirdə Ge-C rabitəsi olan polimerlər- Bu tip polimerlərin əsas zəncirində doymuş və doymamış karbon-karbon rabitələri, həmçinin aromatik halqalar və heteroatomlar (məs. Sn, O) mövcuddur.

Polivinilgerman - $[-\text{GeH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-]_n$ ağ rəngli, üzvi həlledicilərdə və 30%-li H_2SO_4 həll olmayan bərk maddədir, 275°C -dən yuxarı temperaturda (337°C -də vakuumdə) parçalanır, vinilgermaniumun işığın və ya civənin iştirakı ilə polimerləşməsindən alınır.

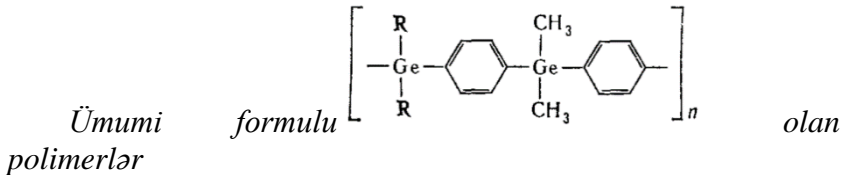
Ümumi formulu $\left[\begin{array}{c} \text{R} \\ | \\ -\text{Ge}-\text{X}- \\ | \\ \text{R} \end{array} \right]_n$ olan polimerlər burada $\text{R}=\text{Cl}, \text{CH}_3$ və ya C_6H_5



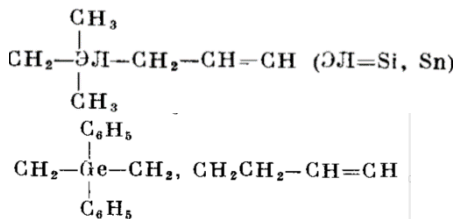
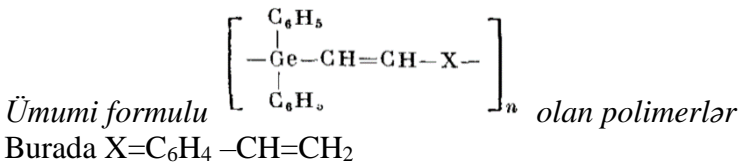
yumşalma temperaturu $50-70^\circ\text{C}$ və ya $250-350^\circ\text{C}$ olan (bərk və çox qismi aromatik karbohidrogenlərdə həll olan birləşmələrdir. Tərkibində $\text{R}=\text{Cl}$ olan polimerlərin hidrolizi zamanı makrozəncirələr arasında alınan örtüklərin yüksək adgeziyasını təmin edən Ge-O-Ge körpüləri yaranır. Polimerlər trixlorgermaniumun monoolefinlərlə, konyuqə olunmuş dienlər və asetilenlə qarşılıqlı təsirindən alınır. Cl atomları Mg və ya Li üzvi birləşmələrin təsiri ilə R-lə əvəz olunur.



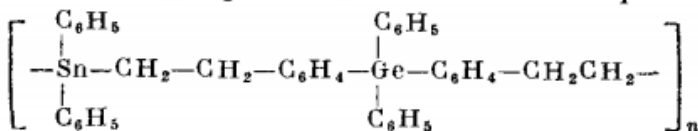
Ümumi formulu $\left[\begin{array}{c} \text{R} \\ | \\ -\text{Ge}-\text{CH}=\text{CH}- \\ | \\ \text{R} \end{array} \right]_n$ olan polimerlər burada $R=J, \text{CH}_3, \text{C}_6\text{H}_5$, 33000 kimi molekül kütləsinə ($R=\text{CH}_3$) malik olub, benzolda və CCl_4 -də həll olurlar. Bu polimerlər asetilenə GeJ_2 təsiri ilə (çıxım 55%) alınır. J atomunun üzvi qruplarla əvəz edilməsi maqnezium-üzvi birləşmələrin vasitəsi ilə həyata keçirilir.



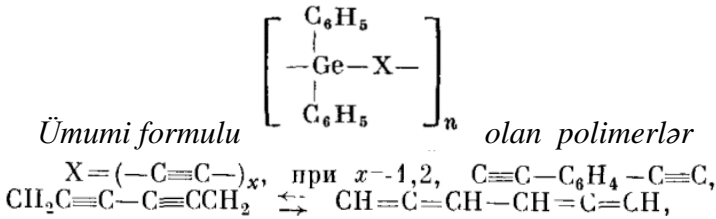
Bərk, toz halında olan maddələrdir, benzolda həll olurlar, $R=\text{C}_6\text{H}_5$ olduqda yumşalma temperaturu $110-130^\circ\text{C}$ və $R=\text{CH}_3$ olduqda $147-175^\circ\text{C}$ -dir. Bu tip polimerləri Vürs reaksiyası üzrə dimetil(fenil)dixlorgermaniumun və bis-p-xlorfenildimetilgermaniumun ekvimolyar qarışığının natriumun toluolda suspenziyası ilə qarşılıqlı təsirindən alırlar.



və yaxud qalay saxlayan polimer



Bərk və ya kauçukabənzər birləşmələrdir. Orta molekul kütləsi 3000-dən 27000-ə kimidir. Çoxu benzolda həll olur; yüksək termiki stabilliyə malikdirlər (uçucu maddələrin maksimum çıxımı 350-450°C-də olur), bu tip polimerlər element-üzvi dihidridlərin müvafiq bifunksional doymamış maddələrlə polikondensləşmə reaksiyası ilə alınır.



burada- sarı və ya qəhvəyi rəngli, kövrək, şəffaf birləşmələrdir, orta molekul kütləsi 1000-20000 olub, aromatik karbohidrogenlərdə həll olurlar, yumşalma temperaturu 80-220°C olan bu birləşmələr əriməyən və həll olmayan toz halında ola bilərlər. Polimerlər kimyəvi cəhətdən yüksək davamlılığa malikdirlər: onlar hidrolizə davamlıdırlar, yalnız yüksək temperaturda (70-100°) bromlaşmaya məruz qalırlar, üçqat rəbitəyə yalnız iki atom Br birləşdirirlər; yüksək termostabilliyə malikdirlər (uçucu birləşmələrin maksimal çıxımı 450-500°C-də olur). Bu polimerlər elektroqrafik qatların, fotorezistorların, fotoelementlərin hazırlanmasında istifadə olunur.

Bu tip polimerlər:

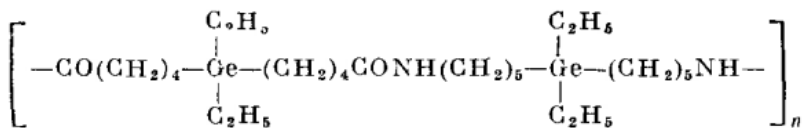
- Difenilbromgermaniumun İotsic reaktivləri ilə qarşılıqlı təsirindən;

- Bis-etil Ge törəmələrinin susuz CoBr₂ təsiri ilə oksidləşməsindən;

- 180°C-də termiki dehidropolikondensləşmə reaksiyası üzrə H₂ ayrılması ilə;

- Dietilbenzolun və difenildibromgermaniumun dilium törəmələrinin CuCl iştirakında oksidləşdirici dehidropoli-kondensləşməsindən alınır.

İstiyədavamlı poliamid



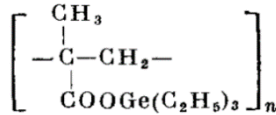
200°C-də müvafiq turşu və diaminin polikondensləşmə reaksiyası ilə alınır. Müxtəlif doymamış germanium-üzvi birləşmələrin metilmetakrilat yaxud da stirolla birgəpolimerləri tərkibində germanium olmayan müvafiq polimerlərlə müqayisədə heç bir üstünlüyə malik deyildir.

Poligermanoksanlar – ağ rəngli, lifli, yumşalma temperaturu 132-133°C olan polimerdir; etil spirtində və buzlu sirkə turşusunda həll olurlar; suda parçalanma ilə həll olurlar, dərin vakuumda ərimə temperaturundan yuxarı temperaturda parçalanırlar. Polidimetilgermanoksan dimetilhalogengermanların hidrolizindən alınan tsiklik məhsulların sulu məhlullarını buxarlandırmaqla əldə edilir.

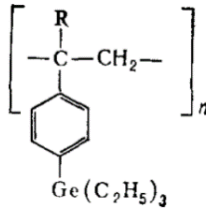
Polidifenilgermanoksan – ağ rəngli, amorf, 293-298°C temperaturda yumşalan birləşmədir, turşular və qələvilərin təsiri ilə tri- və tetramerə kimi hidrolizə uğrayır, sonuncular sulu-spirt məhlulunda qaynadıqda depolimerləşməyə məruz qalır. Polimeri dihalogenid difenilgermaniumun turşu və qələvilərlə hidrolizindən və oliqomerlərin polimerləşməsindən almaq mümkündür.

Koordinasiyalı polimer [PcGeO-]_n Ge-O quruluşlu polimer zəncirindən təşkil olunmuşdur, burada ftalosian qruplaşmasının (Pc) mərkəzində koordinasiya ədədi 6 olan Ge atomu yerləşmişdir. Polimer zəncirində 100-dən çox manqaya malik olub, üzvi həlledicilərdə həll olmur, ərimir, 500°C temperaturadək termiki stabildir, 2 M NaOH məhlulunda qaynadıldıqda davamlıdır, lakin HF-un sulu məhlulunda qaynadıldıqda və 20°C temperaturda H₂SO₄-ün təsiri ilə parçalanır. Polimer germanium dioksiftalosianın vakuumda dehidratasiyasından alınır.

Politrietilgermaniummetakrilat:



Rəngsiz, şəffaf, orta molekül kütləsi 20000 olan birləşmədir. Yumşalma temperaturu polimetilmetakrilatla müqayisədə bir qədər yüksəkdir, xarakterik özlülüyü 0.51-0.85 dl/q. Polimer trietilgermaniummetakrilatın radikal polimerləşməsi ilə alınır. Trietilgermaniummetakrilatın polimerləri və onun stiroil və metilmetakrilatla olan birləşmə polimerlərinin xassələri polistiroila və polimetilmetakrilatlara yaxındır.

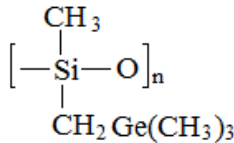


Ümumi formulu $\text{Ge}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ olan polimerlər

Burada $R=H$ və ya CH_3

Aşağı molekül kütləsinə və mexaniki xüsusiyyətlərə malikdir, müvafiq monomerlərin 600 mn/m^2 təzyiqlə altında və yaxud da təzyiqlə azo-bis-izobutildirin iştirakı ilə polimerləşməsi nəticəsində alınır.

Polisiloksan



Poliorqanosiloksana xas xassələrə malik polisiloksan bu birləşmələrin adı alınma üsullu ilə alınmışdır.

GİBS ENERJİSİ (G) – termodinamik sistemin hal funksiyasıdır (sərbəst entalpiya, izobar-izotermik potensial), $G=U+PV-TS$ bərabərliyi ilə təyin olunur (U-daxili enerji, S- entropiya, T- mütləq temperatur, P-orta təzyiqlə, V-həcm) və sabit, asılı olmayan dəyişənlərdə (T, F) xarakterik funksiya rolunu oynayır. Kimyəvi

termodinamikada geniş istifadə olunur. Belə ki, kimyəvi reaksiyalar çox vaxt sabit sərbəst parametrlər $P, T = \text{const}$ olduğu halda gedir. Tarazlıq prosesində qapalı sistemdə $P, T = \text{const}$ olduqda sərbəst entalpiyanın itkisi xarici təzyiqə qarşı görülən işi çıxmaqla maksimal faydalı işə bərabərdir. ΔG – nin minimumadək azalması sistemin termodinamik tarazlıq halına uyğun gəlir.

– H –

HELMHOLTS ENERJİSİ. Helmholtz enerjisi (F) - termodinamik sistemin hal funksiyasıdır (sərbəst enerji və yaxud izoxor-izotermik potensial). Aşağıdakı bərabərliklə təyin edilir:

$$F = U - TS, \text{ Coul/mol.}$$

Burada U – daxili enerji, T – mütləq temperatur, S – entropiya; əgər həcm, temperatur və komponentlərin mol sayı, yəni $F(V, T)$ asılı olmayan dəyişənlər olarsa, bu göstəricilər xarakterik funksiya rolunu daşıyır.

Qapalı sistemdə tarazlıqda olan izotermik prosesdə, sərbəst enerjinin itkisi sistemin gördüyü maksimal işə bərabərdir.

HETEROFAZALI POLİMERLƏŞMƏ- qeyri-homogen çoxfazlı sistemdə polimerləşmə prosesidir, burada zəncirvari böyümə eyni vaxtda bir neçə fazada və fazalar arasında məsafədə baş verə bilər. Qeyri-homogen sistemlərdə polimerləşmə prosesi zəncirlərin yalnız bir fazada böyüməsi ilə getdikdə, məs., suda həll olmayan monomerlərin emulsiyada və suspenziyada polimerləşməsini homofaz polimerləşmənin müxtəlif bir halı kimi hesab etmək olar. Heterofazlı polimerləşmə ən çox iki fazlı sistemlərdə olur, burada fazalardan biri – monomer maye, qaz və ya bərk halda, təmiz formada və ya praktiki olaraq polimer olmayan digər maddələrlə qarışıqda - monomer faza, digər faza monomer fazası ilə qarışmayan, lakin müəyyən miqdarda monomeri həll etmək və ya sorbsiya etmək qabiliyyətinə malik olan polimerdir (polimer faza). Məs. heterofazlı polimerləşmənin mexanizmi

inisiatorun və monomerin təbiətindən asılı olaraq radikal, ion və ya koordinasiya polimerləşmə ola bilər.

Heterofazada radikal polimerləşmənin tipik nümunələri monomer kütləsində radikal polimerləşmə (məs., akrilonitril, vinilxlorid, vinilidenxlorid, triflüorxloretilen), harada ki, alınan polimerlər öz monomerində həll olmur; polietilenin ərimə temperaturundan aşağı temperaturda etilenin polimerləşməsi, bir sıra monomerlərin bu monomer üçün həlledici olan, lakin polimeri həll etməyən mühitdə polimerləşməsi (akrilonitril və vinilasetatın sulu dispersiyada polimerləşməsi).

Heterozəncirli polimerlər - əsas zəncirdə ən azı iki fərqli atomu olan polimerlərdir.

HETEROGEN KATALİTİK HİDROGENLƏŞMƏ - Bu halda, polimer məhsullarının spesifik strukturu ilə əlaqədar olaraq əhəmiyyətli miqdarda katalizator istifadə olunur. Kifayət qədər böyük katalizator hissəcikləri görünür ki, makromolekul assosiatlarının daxili sahələri ilə kontaktda ola bilmirlər, halbuki xırda dispers hissəciklərin mövqeyi məhluldakı müəyyən makromolekullara nisbətən az və ya çox sabitdir. Görünür, hidrogenləşmədən sonra kauçuk məhlullarının xırda dispers katalizatorlardan çətin təmizlənməsi bununla bağlıdır. Katalizatorun daha böyük hissəcikləri məhlulu sentrifuqa etməklə və ya metal yonqarı ilə doldurulmuş və güclü maqnit sahəsinə yerləşdirilmiş kolonkadan buraxmaqla kənarlaşdırıla bilər. Xırda hissəciklərin kənarlaşdırmasına isə məhlulun durulaşdırılması və aktivləşdirilmiş gil ilə işlənməsi müsbət təsir göstərir. Kauçukun orta molekul kütləsi çox olduqca hidrokauçukun katalizatorlardan təmizlənməsi bir o qədər çətinləşir. Kauçukun hidrogenləşməsinin effektivliyi məhsulun durulaşması, temperaturun artması və aktiv səthə malik katalizatorların (CaCO_3 , kömür üzərində palladium və ya kizelqur üzərində nikel) istifadəsi ilə yüksəlir. Kauçukun orta molekul kütləsi nə qədər aşağı olarsa hidrogenləşmə bir o qədər asan gedir.

HETEROGEN REAKSİYA. Əgər reaksiyaya daxil olan komponent polimerdə zəif həll olursa və ya doyma qatılığı ilə müqayisədə ifrat dərəcədə olmaqla polimerdə ayrı faza əmələ gətirirsə və ya kimyəvi reaksiyaların sürəti aşağı molekül kütləli reagentin həll olma və diffuziya sürətindən çox olarsa, onda belə reaksiya heterogen reaksiya hesab olunur.

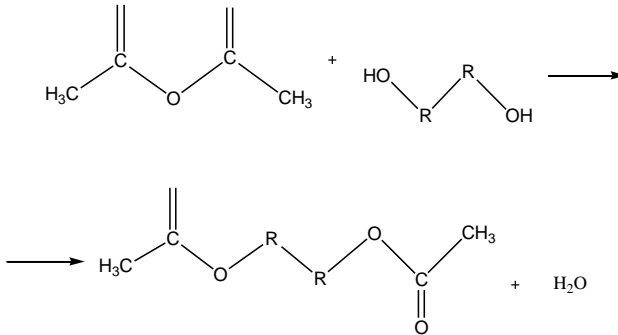
Heterogen reaksiyalar fazalar sərhədində, məsələn, bərk və maye, bərk və qaz fazaları sərhədində baş verir. Faza, sistemin digər hissələrindən səth vasitəsilə ayrılan və keçiddən sonra sistemin xüsusiyyətlərinin kəskin şəkildə dəyişdiyi bir hissəsidir. Heterogen reaksiyanın sürəti, fazanın vahid səth sahəsində vahid zamanda reaksiyaya daxil olan və ya reaksiya zamanı əmələ gələn birləşmənin miqdarı ilə müəyyən edilir. Bərk cismin səth sahəsini ölçmək heç də həmişə asan olmur. Buna görə də bəzən heterogen reaksiyanın sürəti səth vahidinə deyil, bərk fazanın kütlə vahidinə və ya həcminə aid edilir.

HİDROGEN RABİTƏSİ. Hidrogen rabitəsi – digər elektromənfi atomla kovalent rabitə vasitəsilə birləşmiş elektromənfi atom və hidrogen atomu arasında assosiasiya formasıdır. Elektromənfi atom kimi N, O və ya F ola bilər.

O...H–O və yaxud N–H...O tipli hidrogen rabitəsi monomer molekullarında, polimer zəncirinə nisbətən daha möhkəmdir. Bu, monomerdə daha güclü molekul daxili assosiasiyaları şərtləndirir və bunun nəticəsi olaraq, polimerləşmə istiliyi azalır.

HİDROKSİL QRUPLARININ MİQDARI. Hidroksil qruplarının miqdarının təyini metodu (kənar funksional qrupların analizi) poliefirlərin hidroksil qruplarının və sirkə turşusu anhidridinin qarşılıqlı təsiri zamanı mürəkkəb efirlərin alınmasına və sonradan onları sabunlaşdırmaqla əmələ gələn sirkə turşusunun qələvi məhlulu ilə titrlənməsinə əsaslanır.

Analiz prosesində gedən reaksiya aşağıda göstərilir:



Doymamış poliefir qatranlarında hidrosil qruplarının miqdarının təyini ГОСТ P 50490-93 üzrə aparılır. Epoksid qatranlarında və epoksidləşdirilmiş birləşmələrdə hidrosil qruplarının təyini ГОСТ 17555-72 üzrə həyata keçirilir.

HİSTEREZİS İTKİLƏRİ - bu əsnəklilik enerjisi olub, kəmiyyətcə nümunənin deformasiyasına sərf olunan işə, deformasiya qüvvələrinin deformasiya sahəsinə olan hasilinə bərabərdir. Polimer dartıldıqda hər iki kəmiyyət artır. Buna görə A deformasiyasının işini (əsnəklilik enerjisi) deformasiyalara sərf olunan $d\Delta l$ -ə bərabər sadə işləri cəmləməklə hesablamaq olar:

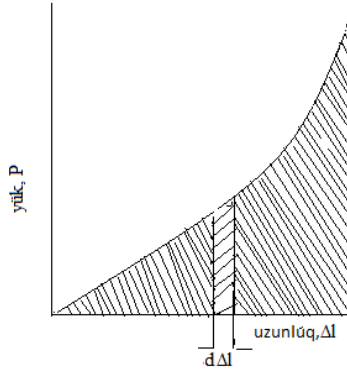
$$A = K \int_{\Delta l=0}^{\Delta l=\Delta l_{\max}} P x d\Delta l,$$

burada, K-mütənasiblik əmsalı olub, P və $\Delta l: P_x$ kəmiyyətlərinin (yükün dəyişən qiyməti) təxirə düşdüyü miqyasdan asılıdır; $P=f(\Delta l)$.

Beləliklə, müəyyən inteqralın həndəsi mənasının nəticəsi kimi, əsnəklilik enerjisi (şəkil) $P=f(\Delta l)$ yaxud $\sigma=f(\epsilon)$ əyrisi ilə (birinci əyridən ancaq miqyasına görə fərqlənir) məhdudlaşan S sahəsi ilə düz mütənasibdir, eləcə də uzunluq əyrisi və dartılma əyrisinin ordinat oxunun ən son nöqtəsi, yəni elastiklik enerjisi:

$$A=KS$$

ifadəsi ilə təyin olunur.



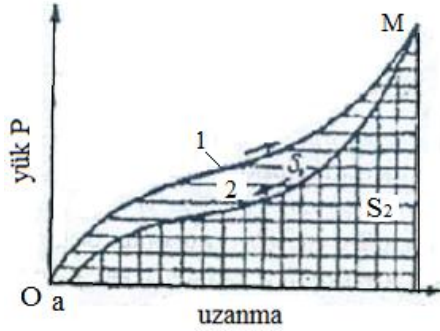
Nümunənin uzanmasının yükədən asılılığı

Praktiki olaraq əsnəklilik enerjisinin kəmiyyəti S sahəsinə planimetr vasitəsilə ölçməklə təyin edilir. Belə ki, P , Δl və müvafiq olaraq əsnəklilik enerjisinin qiyməti nümunənin ölçülərindən asılı olduğuna görə A/V (V =nümunənin həcmi, cm^3) olduğu halda nümunənin vahid həcminə aid xüsusi əsnəklilik enerjisindən istifadə etmək daha münasibdir.

Rezinin deformasiyası zamanı deformasiyaya sərf olunan mexaniki enerjinin dönməyən udulması, başqa sözlə, dartılmaya sərf olunan iş dartılan nümunənin yenidən qısalmasına sərf olunan qayıdan işdən böyük olur. Sərf olunan mexaniki işin bir hissəsi istiliyə çevrilir, bu da çoxsaylı deformasiya nəticəsində rezinin qızmasına səbəb olur. Baş verən bu hadisə rezinin deformasiyası, daxili sürtünmə və plastiki deformasiya zamanı histerezis itkilərinin mövcudluğu ilə izah edilir.

Histerezis itkilərinin qiymətinin təyini üçün dartılma əyrisindən başqa, qısalma əyrisinin də olması vacib şərtədir. Qısalma əyrisi dartılma əyrisindən aşağıda yerləşir və koordinat başlangıcı ilə bu əyriyə kəsişmə nöqtəsi arasında olan məsafə verilmiş sınaq şəraitində meydana çıxan histerezis ilməsi adlanan qalıq uzanmanı xarakterizə edir (şəkil də OMa əyrisi). Dartılma əyrisi və uzanma oxu ilə məhdudlaşan S_1 sahəsi dartılmaya sərf olunan A_1 işi ilə düz mütənasibdir. Qısalma əyrisi və uzanma oxu ilə

məhdudlaşan S_2 sahəsi yükdən azad olunmuş nümunənin qısalması zamanı geri qayıdan A_2 işi ilə düz mütənasibdir.



Rezinin histerezisilməsi: 1-dartılma əyrisi; 2-qısalma əyrisi

Dartılma və bərpa əyrilərinin üst-üstə düşməməsi daxili sürünmə və plastiki deformasiyaya sərf olunan mexaniki enerjinin dönməyən itkilər, habelə tarazlığın yaranması üçün zaman çatışmamazlığı nəticəsində yükdən asılı deformasiya dəyişkənliyinin zaman geriliyi ilə izah olunur. OMa ilməsinin sahəsi A_1-A_2 histerezis itkilərinin qiyməti ilə düz mütənasibdir. Rezinin elastikliyi, adətən, DÜİST 208-53 və DÜİST 252-53 üzrə

$$\eta = A_2/A_1 \cdot 100$$

nisbəti ilə xarakterizə olunur və faizlə ifadə edilərək faydalı əsnəklilik əmsalı, yaxud sadəcə, faydalı əsnəklilik adlanır. Rezinin faydalı əsnəklilik əmsalı onun vulkanlaşma dərəcəsi və tərkibindən asılı olaraq nəzərə çarpan həddə dəyişir. Təkrar deformasiyalarda histerezis itkilərinin qiyməti azalır, beləliklə, çoxsaylı deformasiyalar nəticəsində rezinin əsnəklilik xassələri dəyişir, lakin əsas dəyişikliklər ilk dartılma-qısalma tsiklləri zamanı baş verir.

HOMOGEN KATALİTİK HİDROGENLƏŞMƏ- Heterogen katalitik hidrogenləşmənin çətinliklərini aradan qaldırmaq məqsədi ilə kauçuklar kimi karbohidrogenlərdə (dekalin, metiltsikloheksan, izooktan) həll olan katalizatorlardan istifadə etməklə tədqiqatlar aparılmışdır. Bu katalizatorlara bortrialkillər aiddir və

onların iştiraki ilə 1,4-polibutadien, polipiperilen və butadien-stirol polimerləri hidrogenləşdirilmişdir. Bu üsulun çatışmayan cəhəti - temperaturun 200°C aşağı olmamaq şərti ilə saxlanmasıdır. Bu şərtlərdə homogen katalitik hidrogenləşmə destruksiya prosesi ilə müşayiət olunur. Normal temperaturda homogen katalitik hidrogenləşmə kompleks metal-üzvi katalizatorlardan, məs., triizobutilaluminium-asetilasetonatxrom sistemindən istifadə etməklə aparıla bilər. Bu katalizatorlarla homogen katalitik hidrogenləşmənin kinetikasını butadien polimerlərində öyrənmək və mono- və di-əvəzlənmiş etilen qruplaşmalarına malik birləşmələrin selektiv hidrogenləşməsini aparmaq mümkün olur. Tris(trifenilfosfin)rodiumxloriddən istifadə etdikdə polyar qruplara malik doymamış kauçukların homogen hidrogenləşmə prosesini aparmaq mümkündür. Lakin homogen hidrogenləşmə zamanı kauçukun qatılığının artması ilə supramolekulyar strukturların əmələ gəlməsinin mümkünlüyünü nəzərə almaq lazımdır.

HOMOGEN REAKSIYA. Homogen reaksiyalar bir fazada, məsələn, qazlar qarışığında və ya məhlulda baş verir. Məlum olduğu kimi, faza, sistemin digər hissələrindən səth vasitəsilə ayrılan və keçiddən sonra sistemin xüsusiyyətlərinin kəskin şəkildə dəyişdiyi bir hissəsidir. Əgər reaksiyaya daxil olan aşağı molekül kütləli komponent polimerdə həll olarsa və onun həllolma sürəti kimyəvi reaksiyaların sürətindən xeyli yüksək olarsa, belə reaksiyalara homogen reaksiyalar deyilir. Heterogen reaksiyalarla müqayisədə homogen reaksiyalar nəticəsində xassələri və kimyəvi tərkibi nisbətən uyğun olan polimerlər alınır.

HOMOPOLİMER – bu makromolekulu tərkib və quruluşca eyni, təkrarlanan quruluş vahidlərindən (monomer manqası) ibarət olan polimerdir. Doymamış və tsiklik monomerin polimerləşməsindən alınan polimerlər ilkin monomer molekulu ilə eyni kimyəvi tərkibə (empirik formula) malikdirlər. Əgər makromolekulun alınması zamanı reaksiyada aşağı moleküllü birləşmələr ayrılırsa, (məsələn, polikondensləşmə zamanı) onda təkrarlanan manqa tərkibcə monomer molekulundan fərqlənir.

İKİNCİ ƏL POLİMERLƏRİN EMAL TEXNOLOGİYASI – polimer tullantılarının faydalı məmulatlara çevrilməsi üçün təşkilatı və texnoloji tədbirlərin ardıcılığıdır. İlk emal üsulunun seçimi ilk növbədə tullantıların çirklənmə dərəcəsindən və onların əmələ gəlmə mənbəyindən asılıdır. Beləliklə, istehsalın bircinsli tullantılarını adətən birbaşa onların əmələ gəldiyi yerlərdə emal edirlər, çünki belə olduğu halda cüzi ilkin emal - yalnız xırdalanma və dənələnmə tələb olunur.

Lakin istifadədən kənarlaşan məmulatlar şəklində olan tullantılar daha əsaslı yanaşma tələb edir. Beləliklə, polimer tullantılarının ilkin emalı adətən aşağıda göstərilən mərhələləri əhatə edir:

- qarışıq tullantıların kobud ayırma və identifikasiyası;
- tullantıların xırdalanması;
- qarışıq tullantıların ayrılması;
- tullantıların yuyulması;
- qurudulma;
- dənəvərlənmə.

İlkin çeşidləmə müxtəlif xassələrinə: plastik kütlələrin növü, rəngi, forması və qabaritinə görə polimer tullantılarının kobud ayrılmasını nəzərdə tutur. İlk çeşidləmə bir qayda olaraq lent konveyerlərində və ya masalarda əl ilə aparılır. Həmçinin polimerlərin emal texnologiyası çeşidləmə zamanı müxtəlif qarışıqların kənarlaşdırılmasını nəzərdə tutur.

Tərkibində kənar qatqının miqdarı 5% olduqda istifadədən kənarlaşdırılmış və zibil emalı zavoduna göndərilmiş polimer tullantıları çeşidləmə qovşağına yönəlir, orada onların daxilindən təsadüfi kənar qarışıqlar çıxarılır. Çeşidləməni keçmiş tullantılar bıçaqla dəyirməyə üyüdülməklə hissəciklərin ölçüsü 2-9 mm olan kütlə halına salınır.

Üyüdülmə - tullantıların emala hazırlanmasının vacib mərhələlərindən biridir, çünki xırdalanma dərəcəsini səpələnmə, hissəciklərin ölçüsü və alınan məhsulun həcmi sıxlığı təyin

edir. Xırdalanma dərəcəsinin tənzimlənməsi materialın texnoloji xassələrinin orta qiymətə gətirilməsi sayəsində onun keyfiyyətinin artırılmasına imkan yaradır. Beləliklə, polimerin emalı da sadələşir.

Polimer tullantılarının xırdalanması üsullarından daha perspektivi kriogen üsuludur, bu üsulun köməkliyi ilə polimer tullantılarından hissəciklərin ölçüsü (dirspekslik dərəcəsi) 0.5-dən 2 mm qədər olan tozun alınması mümkündür. Bu texnologiyanın istifadəsi ənənəvi mexaniki xırdalanma ilə müqayisədə bir sıra üstünlüklərə malikdir, çünki onun sayəsində qarışdırılma müddətinin azaldılmasını və qarışıqda komponentlərin daha yaxşı paylanmasını əldə etmək olar.

Plastik kütlələrin *qarışıq tullantılarının növlərə ayrılması* aşağıdakı üsullarla aparılır: - flotasiya;

- ağır mühitlərdə ayrılma;
- arooseparasiya;
- elektrooseparasiya;
- kimyəvi üsullar;
- dərin soyudulma üsulları.

Hal-hazırda daha geniş yayılmış üsul flotasiya üsuludur. Bu üsulla plastik kütlələrin ayrılması suya polimerlərin hidrofily xassələrini seçici şəkildə dəyişdirən müxtəlif səthi-aktiv maddələrin əlavə edilməsi ilə aparılır.

Bəzi hallarda polimerlərin ümumi həlledicidə həll edilməsi onların ayrılmasının daha səmərəli üsuludur. Alınan məhlulun buxarla işlənməsi ilə polivinilxlorid, poliolefin qarışığı və polistirok kənarlaşdırılır, çıxarılır və məhsulların təmizliyi 96%-dən az olmur.

Yuxarıda sadalanan üsullardan məhz bu iki üsul iqtisadi baxımdan daha məqsədəuyğundur.

Sonra polimerlərin xırdalanmış tullantıları yuyulma qurğularına göndərilir. Yuyulma xüsusi yuyucu qarışıqlardan istifadə etməklə bir neçə dəfə həyata keçirilir. Sentrifuqada sıxılmış nəmlik dərəcəsi 10-dan 15%-dək olan polimer kütləsi tam qurudulma

üçün quruducu qurğuya yönəldilir və burada 0.2% nəmliyə qədər qurudulur.

Bundan sonra kütlə dənəvərləşdirmə qurğusuna verilir, burada materialın sıxılması gedir və nəticədə onun sonrakı emalı asanlaşır və ikinci əl xammalın xassələri orta göstəricilərə yaxınlaşır. Dənələnmənin son nəticəsi polimerlərin emalında istifadə olunan standart avadanlıqlarla emal oluna bilən materialın alınmasıdır.

Hal-hazırda polimerlərin ikinci emalı üçün istifadə olunan avadanlıqlar:

- polimer tullantılarının yuyulma xətləri;
- polimerləri xırdalama maşınları;
- resiklinq üçün ekstruderlər;
- lent ötürücüləri;
- şrederlər;
- aqlomeratlar;
- dənəvərləmə xətləri, dənəvərləmə qurğuları;
- ələyi əvəzedicilər;
- qarışdırıcılar və dozatorlar.

İKİNCİ KRİSTALLAŞMA. Polimerin blokda kristallaşma prosesi həmişə Avraami tənliyinə müvafiq olaraq başa çatmır. Ümumi halda, sferolitlərin, yaxud onlardan əvvəlki kristallik törəmələrin böyüməsi bir-biri ilə toqquşma nəticəsində başa çatırsa (məhz bu mülahizə Avraami tənliyinin nəticəsinin əsasını təşkil edir) bu zaman asanlıqla hesablamaq olar ki, əgər t müddətində polimer 90% kristallaşmışdırsa, onda 10 t müddətində polimer 99%-dən çox kristallaşacaq. Lakin əksər polimerlər üçün belə hal müşahidə olunmur və təcrübələr göstərir ki, kristallaşmanın birinci mərhələsi, və ya başqa sözlə, Avraami tənliyi ilə təsvir olunan mərhələ, ikinci proses ilə müşayiət olunur. Bu mərhələdə maddənin kristallaşması fasiləsiz olaraq baş verir və bu ikinci proses, adətən olduqca çox zaman tələb etdiyindən təcrübi olaraq onun sona yetməsinə müşahidə etmək mümkün olmur. Əksər təd-

çiqatçılar göstərmişlər ki, ikinci kristallaşma prosesində kristallaşma dərəcəsinin zamana görə dəyişməsi tam başqa bir qanuna tabe olur. Bunu aşağıdakı tənlik ilə ifadə etmək olar:

$$X = C + D \log (t-t_0)$$

harada ki, X- zamanla kristallik fazasının kütlə payıdır, t, t₀- iki mərhələnin ikinci prosesinin başlanğıcıdır, C, D - sabitlərdir.

İKİQAT RABİTƏLƏRİN TƏYİN EDİLMƏSİ (BROMƏDƏDİ).

Polimerdə ikiqat rabitənin olması:

- Tərkibində ilkin maddələrin qalmasını (Əgər araşdırılan polimer doymamış monomerlərin polimerləşməsindən alınmışsa);
- Polimerdə qalıq ikiqat rabitənin mövcudluğunu, məsələn, dienlərin polimerləşməsində;
- Polimerin alınma və ya parçalanma prosesini göstərir.

İkiqat rabitəni təyin etmək üçün bir neçə instrumental üsul məlumdur.

Polimerdə ikiqat rabitələri təyin etmək üçün ən etibarlı üsul, doymamış polimerlərin tədqiqində tətbiq olunan İQ spektral analiz üsuludur.

İQ-spektroskopiyada - ikiqat rabitələri təyin etmək üçün ən geniş yayılmış yanaşma etalon kimi tərkibində məlum miqdarda tətbiq olunan polimerdəki ikiqat rabitələr tipində ikiqat rabitə saxlayan model polimerlərdən istifadə etməklə mütləq dərəcələmə üsuludur.

Radiometrik üsul hidrogenin və karbonun radioaktiv izotopunun aktivliyinin ölçülməsinə əsaslanır. Bu üsul çox yüksək həssaslığa malikdir, lakin spektral üsullara nisbətən aşağı seçiciliklə fərqlənir və yalnız tədqiq edilən ikiqat rabitənin köndələn rabitələrin əmələ gəlməsində iştirak etmədiyi əvvəlcədən məlum olduqda bu üsul tətbiq olunur.

Xromatografiya üsulu da çox yüksək həssaslığa malikdir, lakin bu üsul yalnız silisium atomu ilə əlaqəli olan vinil tipli ikiqat rabitələri təyin etmək üçün yararlıdır. Bu üsul Si-C rabitəsi üçün

spesifik bir reagent təsiri ilə polimerdə kimyəvi əlaqələrin parçalanmasına əsaslanır. Bu zaman vinil qrupu etilənə çevrilir və bundan sonra qaz xromatoqrafiyası üsulu ilə təyin olunur.

Nüvə maqnit rezonans üsulu kifayət qədər həssaslığa malik olmaması səbəbindən nadir hallarda bu üsuldən ikiqat rabitələri təyin etmək üçün istifadə olunur.

Şüşələşmə temperaturunun təyini üsulu. Bu üsul Yakubçik A.İ. tərəfindən müəyyən edilmiş və butadien kauçuklarının donmaya qarşı davamlılıqlarının onların makromolekullarında yan vinil qruplarının olmasından birbaşa asılılığına əsaslanır.

İkiqat rabitələri təyin etmək üçün həmçinin kimyəvi üsullardan da istifadə olunur: bu üsullar halogenləşmə, hidrogenləşmə və ozonlaşma reaksiyalarına əsaslanır.

Bunların arasında, halogenləşmə üsulu yetərincə spesifik olsa da, analizin sadəliyinə görə, ən geniş şəkildə istifadə olunur və bəzən əsas reaksiya ilə yanaşı yan reaksiyaların və ikinci dərəcəli reaksiyaların getməsi səbəbindən nəticələrin izahı mürəkkəbləşir. Üsulun mahiyyəti analiz olunan maddənin halogenin (brom, yod) məlum, təyin olunan miqdarı ilə qarşılıqlı təsirinə və daha sonra sərf olunmayan halogenin miqdarının yodometrik üsulla müəyyənəndirilməsinə əsaslanır.

Ozonlaşdırma üsulu. C=C ikiqat rabitə ilə ozonun qarşılıqlı təsiri reaksiyası 1855-ci ildən məlumdur və ilk dəfə K. Şenbeyn etileni ozonlaşdırmışdır. Olefinlərin ikiqat rabitələri ilə ozonun reaksiyası sürətli reaksiyalardan biridir, o mənfi -180°C dən müsbət $+300^{\circ}\text{C}$ kimi geniş temperatur intervalında asanlıqla gedir. Bu reaksiyanın sürəti, bir qayda olaraq, yalnız reaktivlərin reaksiya zonasına çatdırılma sürəti ilə məhdudlaşır.

İLKİN MAKROMOLEKULLARIN TİKİLMƏ REAKSİYALARI. Polimerlərin ilkin makromolekullarının tikilmə reaksiyalarını aşağıda qeyd olunmuş 3 əsas növə bölmək olar:

1. İlkin makromolekulların funksional qruplarının bir-biri ilə və tərkibində funksional qruplar olan aşağı molekullu reagentlərin makromolekul zənciri boyunca yerləşən funksional qruplarla reaksiyası.

2. Doymuş və doymamış polimerlərin peroksidlərlə və yüksək enerjili şüalanmanın təsiri ilə tikilməsi (peroksid və radiasiyanın təsiri ilə tikilmə).

3. Doymamış elastomerlərin kükürd və reaksiya sürətləndiricilərinin iştirakı ilə tikilməsi (vulkanlaşma).

Zəncirin sonunda funksional qrupları olan monomerlər və oliqomerlər əsasında tikili strukturların quruluşlarının formalaşması üçün nəzərdə tutulmuş reaksiyaları aşağıdakı kimi təsnif etmək olar:

1) iki, üç və ya daha çox funksional qrupa malik oliqomerlər və ya monomerlər və müvafiq olaraq, poli- və ya bifunksional aşağı molekül kütləli birləşmələr; bu reaksiyalar pilləli sintez mexanizminə uyğun olaraq gedir, lakin tikili quruluşların əmələ gəlməsi ilə əlaqədar olaraq reaksiya dönən deyil, tarazlıqda olmur və ya tarazlıq son məhsulun (şəbəkə quruluşlu polimerin) əmələ gəlməsi istiqamətinə yönəlmiş olur;

2) zəncirin sonluqlarında ikiqat rabitəsi olan oliqomerlərin şüalanma və ya peroksid təsirindən tikilməsi reaksiya zamanı vahid fəza quruluşlu tikili polimerin yaranmasına səbəb olur.

Birinci hal kondensləşmə qabiliyyətinə malik oliqomerlərə və ya monomerlərə, ikinci hal isə polimerləşmə qabiliyyətinə malik oliqomerlərə aiddir.

Makromolekullarda çarpaz formalı kimyəvi rabitələr şəbəkə düyünü və ya tikili əlaqə adlanır. Hər bir düyün iki fərqli polimer makromolekulunun iki tikili manqası ilə bitir. Əgər çarpaz əlaqənin ölçüsü polimer makromolekulunun elementar manqasının ölçüsü ilə üst-üstə düşürsə, şəbəkə düyünü və çarpaz əlaqə anlayışları da eyni mahiyyət daşıyır. Çarpaz əlaqə elementar manqa və seqmentin ölçüsündən nəzərə çarpan dərəcədə böyük olduğu halda tikili manqalar şəbəkə düyünü adlandırılır, bu isə düyünlərin sayının tikili əlaqələrin sayından iki dəfə çox olduğunu göstərir.

Polimerin şəbəkə quruluşu molekül kütləsi və ya iki tikili manqa arasındakı zəncirin ölçüsü ilə müəyyən olunur. Bu sahələrin ölçüsündən asılı olaraq polimerin şəbəkə quruluşunda olan

fərdi makromolekulların xassələri dəyişir. Bu sahələr makromolekul seqmentinin ölçüsündən nəzərə çarpacaq dərəcədə böyük olarsa, tikili polimer ilkin polimerə xas olan yüksək elastiklik, kimyəvi reaksiya qabiliyyəti kimi əsas xüsusiyyətləri özündə saxlamış olur.

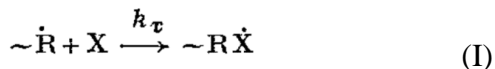
Bu tip tikili polimer ilkin polimer üçün xarakterik olan həlledicilərdə məhdud dərəcədə şişir. Əgər tikili mənzillər arasındakı sahənin ölçüsü seqmentin ölçüsünə yaxın və ya ondan kiçikdirsə, ilkin polimerin xüsusiyyətləri əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir: zəncirin mütəhərriqliyi kəskin şəkildə azalır və bunun nəticəsində yüksək elastiklik xüsusiyyətləri aşağı düşür, polimerin həlledicilərdə şişmə qabiliyyəti azalır və ya tamamilə itirilmiş olur.

İNDUKSIYA EFFEKTİ (İNDUKSİYALIQ) – bu, atom qruplarının molekulda rabitələrin statik polyarlaşması effektini yaratmaq qabiliyyətidir və rabitənin elektron cütlüyünün elektromənfi atomlara tərəf yerdəyişməsi ilə müəyyən olunur. Yalnız konyuqə olunmuş sistemlər üçün xarakterik olan mezomer effekt-dən fərqli olaraq, bu effekt istənilən tip birləşmələrdə üzə çıxma bilər. Qarşılıqlı təsirdə olan qruplar arasında rabitələrin sayının artması ilə induksiya effekti tez sönür. Mezomer effektə olduğu kimi, müsbət (+I) və mənfi (-I) induktiv effektlər fərqləndirilir.

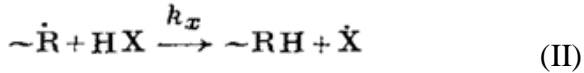
İNHİBİTOR-POLİMERLƏŞMƏ - prosesinin polimerləşmə sürətinin ləngidilməsidir. Polimerləşmə prosesini ləngidən, qarşısını alan maddələrə inhibitor deyilir. İnhibitorların təsiri sırf kinetiktir və bu effekt yalnız kimyəvi reaksiyaların zəncirvari nəzəriyyəsi əsasında başa düşülə bilər.

Radikal polimerləşmə. Radikal polimerləşmənin sürətinin azaldılmasının qarşısının alınmasının molekulyar mexanizmi bir neçə reaksiyadan ibarətdir:

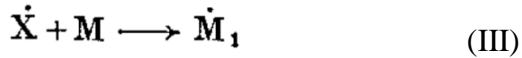
1. Zəncirin ötürülməsi - adətən makroradikalın ikiqat rabitəyə və ya inhibitor molekulunun X aromatik halqasına birləşməsi vasitəsi ilə



və ya hidrogen atomunun (və ya halogenin) HX tipli inhibitor molekulundan makroradikala keçidi ilə;

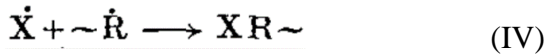


2. Zəncirin regenerasiyası - yeni əmələ gələn radikalın (X^* və ya $\sim\text{RX}^*$) monomer molekulu M ilə qarşılıqlı təsir reaksiyası;



M_1 radikalı monomer molekullarını özünə birləşdirməyə, yəni zəncirin uzanmasına qadirdir;

3. Yeni əmələ gələn radikalın (X^* və ya $\sim\text{RX}^*$) makroradikal ilə reaksiyası, məsələn:



Əgər bütün X^* radikalları zəncirin regenerasiyasında iştirak edirsə, onda X inhibitor yox, zəncirin ötürücüsüdür. Bu zaman molekulyar zəncirlərin uzunluğu (o cümlədən polimerləşmə dərəcəsi) azalır, lakin reaksiya zəncirlərinin uzanması dəyişməz qalır, davam edir. X^* radikallarının bir hissəsi reaksiyaya daxil olarsa, onda reaksiya zəncirlərinin uzunluğu da azalır, bu da prosesin sürətinin azalmasına, yəni polimerləşmənin qarşısının alınmasına səbəb olur. Beləliklə, polimerləşmə sürətinin azalması və ya prosesin dayanması III və IV reaksiyaların rəqabəti ilə müəyyən edilir. Polimerləşmənin başlanması sərbəst radikal polimerləşmə proseslərinin həyəcanlanması ilə müəyyən olunur. Polimerləşmə üçün zəruri olan sərbəst radikallar əksər hallarda labil rabitələri olan müxtəlif birləşmələrin termal və ya fotokimyəvi parçalanması və ya redoks reaksiyaları nəticəsində əmələ gəlir. Bəzən mexaniki gərginliklərin, osmotik qüvvələrin, ultrasəs titrəyişlərinin və s. təsiri nəticəsində də polimer zəncirində C-C rabitələri qırıldıqda sərbəst radikallar əmələ gəlir; bu reaksiyalar calaq polimerlərin alınması proseslərini inisirləşdirmək üçün istifadə olunur. Bu cür polimerləşmə çox vaxt stereospesifikliklə xarakterizə olunur, yəni stereomüntəzəm polimerlərin

alınmasına səbəb olur. Bu baxımdan təsir mexanizminə görə koordinasiya-ion tipinə aid olan keçid metallara əsaslanan katalitik komplekslər daha effektivdir.

İONİT MEMBRANLARI iondəyişdiricilərdən və ya iondəyişdiricilər də daxil olmaqla kompozisiya tərkiblərindən hazırlanmış plyonkalar və ya lövhələrdir.

İon mübadiləsi membranları seçici şəkildə bir növ ionları özündən keçirə bilən ion mübadiləsi materialıdır. Yəni, onlar elektrolitik vannaya bir arakəsmə kimi yerləşdirildikdə elektrik cərəyanına qarşı çox da müqavimət göstərmədən müvafiq ionların ötürülmə miqdarını əhəmiyyətli dərəcədə dəyişdirmək qabiliyyətinə malikdirlər. Membran iondəyişdiriciləri quruluşuna görə iki qrupa bölünür: homogen və heterogen.

Homogen ion mübadiləsi membranları yalnız ion mübadiləsi komponentindən ibarətdir. Onların strukturunda ionitlər çox toplanmışda müxtəlifcinslilik müşahidə oluna bilər, lakin, bir qayda olaraq, bu müxtəlifcinsliliklərin ölçüləri işıqın görünən hissəsinin dalğa uzunluqları ilə müqayisə edilə bilər. Buna görə də belə membranları fiziki üsullarla (ekstraksiya) iki komponentə ayırmaq olur.

Heterogen ionit membranları iki və ya daha çox komponentdən ibarətdir. Belə membranlarda ölçüsü 1-50 mikron olan iondəyişdiricilər inert termoplastik polimerdə paylanır, bu da ion mübadiləsi membranına elastiklik və mexaniki möhkəmlilik verir.

İnterpolimer və calaq edilmiş membranlar xassələrinə və quruluşuna görə ionit homogen membranlara bənzəyir. İki polimeri məhlulda qarışdırmaqla əldə edilən interpolimer ionit membranlarda makromolekullar arasında kimyəvi əlaqə əmələ gəlmir. Calaq olunmuş ionit membranlar müvafiq kimyəvi çevrilmələrdən sonra örtüyə ion xassələri verən ion qruplarına və ya ionogen qruplara malik monomerin inert polimerə calaq edilməsi yolu ilə alınır.

İonit membranları ionogen qrupların növünə və ya daxil edilməsi üsullarına görə aşağıdakı növlərə bölünür:

1) ionogen qrupların yükünün işarəsinə görə - kation, anion, amfoter və bipolyar membranlar. Sonuncular ikiqatlı örtüklərdir, harada ki əks polyarlığa malik ionogen qruplar əks tərəflərdə yerləşmişlər;

2) ionogen qrupların dissosiasiya dərəcəsinə görə - zəif, orta və güclü əsasi (turşu) xassəli ionit membranlar.

İonit membranlarında baş verən proseslərin əksəriyyəti ion mübadilə qanunlarına tabe olur. İonit və membranın laylarının iş prinsipindəki əsas fərq membranın seçici ion keçiriciliyidir. İonit membranının seçiciliyi birbaşa iki məhlulu ayıran membrandan elektrik cərəyanı keçirərək ölçülə bilər. Seçicilik əks ionlar tərəfindən ötürülən elektrik cərəyanının miqdarının membrandan keçən elektrik enerjisinin ümumi miqdarına nisbəti və sabit ionlarla eyni yükə malik olan əks ionların və kationların ötürülməsi ilə - yəni axının çıxışı ilə müəyyən edilir. Selektivlik membranın strukturunda qüsurların və boşluqların mövcudluğundan nəzərə çarpacaq dərəcədə asılıdır.

Heterogen membranlarda bağlayıcı kimi daha sıx molekulların quruluşuna malik (amorf fazanın aşağı tərkibi ilə) olan inert polimerin istifadəsi də selektivliyin artmasına səbəb olur. Bu təsir bəzi hallarda materialın presləməsi zamanı mexaniki sıxımaqla da əldə edilir. Xarici məhlulun qatılığının artması seçiciliyi xeyli azaldır.

İonit membranları ən rahat və ən ucuz enerji növündən - elektrik enerjisindən istifadə edərək, reagentlərin minimal istehlakı ilə kimyəvi prosesləri həyata keçirməyə imkan verir. Qələvilərin, turşuların alınmasında və duzlarda ionların dəyişdirilməsində, elektrokimyəvi sintezdə və aşılama məhlullarının regenerasiyasında ion mübadiləsi membranı ilə elektrodializdən istifadə edildiyi məlumdur. İonit membranlarından sulu məhlulları hidrostatik təzyiqlə altında süzərkən suyu keçirmə, duzları isə saxlama xüsusiyyətlərinə görə suyun təmizlənməsində geniş istifadə olunur.

İQ-SPEKTROSKOPIYA – makromolekullu birləşmələrin kimyəvi, fiziki strukturunun və xassələrinin tədqiqinin fiziki metodudur. Bu metod elektromaqnit şüasının infraqırmızı sahəsində, yəni $\lambda = 1-25$ mkm dalğa uzunluğu sahəsində, polimerin elektromaqnit şüalanma sahəsi ilə qarşılıqlı təsirdə olmaq qabiliyyətinə əsaslanır.

Birinci yanaşmada molekulun enerjisinin üç kvant additiv hissədən – elektron, rəqsi və fırlanma hərəkətlərindən ibarət olduğu hesab olunur. Bütöv molekulun şüa udma və ya şüa buraxma ilə müşayiət olunmayan daxili enerjisi nəzərə alınmır.

İQ-spektroskopiya üsulu infraqırmızı şüalanmanın kimyəvi maddələrlə udulmasına əsaslanır. İnfraqırmızı şüalanma elektromaqnit dalğalarından ibarətdir və dalğa uzunluğu – λ , tezlik ν və ya dalğa ədədi – $\tilde{\nu}$ ilə xarakterizə olunur. Bu asılılıq aşağıdakı düsturla ifadə olunur:

$$\tilde{\nu} = \frac{\nu}{(c/n)} = \frac{1}{\lambda},$$

burada, c -ışıq sürəti; n - mühitin şüasındırma göstəricisidir.

Udulma spektroskopiyasının fərdi halı sayılan İQ-spektroskopiyada Plank sabiti h vasitəsilə elektromaqnit dalğa tezliyi ilə əlaqədar olan müəyyən enerjili E_p fotonların molekullar tərəfindən udulması baş verir:

$$E_p = h\nu$$

Fotonun udulması zamanı molekulun enerjisinin artması baş verir: molekul əsas E_1 rəqsi vəziyyətindən həyəcanlanmış E_2 rəqsi vəziyyətinə keçir. Bu halda bu səviyyələr arasındakı enerji fərqi fotonun enerjisinə bərabər olur:

$$E_2 - E_1 = \Delta E = h\nu = h\nu \sim$$

Udulan infraqırmızı şüalanma enerjisi kondensləşmiş halda olan maddələr üçün rəqsi keçidlərin həyəcanlanmasına sərf olunur. Qazlar üçün İQ şüalanma kvantının udulması rəqsi və fırlanan keçidlərə gətirib çıxarır.

İnfraqırmızı şüa maddədən keçərkən molekulun və ya onların ayrı-ayrı fraqmentlərinin rəqsi hərəkətlərinin həyəcanlanması baş verir. Bu zaman nümunədən keçən işığın intensivliyinin zəifləməsi müşahidə olunur. Lakin udulma düşən şüanın bütün spektrində deyil, yalnız öyrənilən molekulun rəqs həyəcanı enerjisinə uyğun dalğa uzunluğunda baş verir. Deməli, İQ-şüalanmanın maksimal surətdə udulması müşahidə olunduğu dalğa uzunluğu (və yaxud tezlik) nümunə molekulunda bu və ya digər funksional qrupların və digər fraqmentlərin olduğunu göstərir. Bu amildən kimyanın müxtəlif sahələrində birləşmələrin strukturunu müəyyən etmək üçün geniş istifadə olunur.

İQ-spektroskopiya da eksperimental nəticə infraqırmızı spektr – buraxılan infraqırmızı şüanın intensivliyinin onun tezliyindən asılı olan funksiyadır. Adətən infraqırmızı spektr tərkibində bir sıra udulma zolaqları saxlayır. Bu zolaqlar öyrənilən nümunənin quruluşu və rabitələrin nisbi intensivliyi barədə nəticə çıxarmağa imkan verir. Belə yanaşma əldə olunan çoxlu sayda təcrübi məlumatların əsasında mümkün olmuşdur: nümunədə müəyyən molekul fraqmentlərini onların udulma tezlikləri ilə əlaqədirən xüsusi cədvəllər vardır. Məlumat kitabçalarında həmçinin bəzi sinif birləşmələrin İQ-spektrlər bazası yaradılmışdır. İstifadə zamanı analiz olunan maddəni artıq məlum olan maddə ilə tutuşdurmaq, müqayisə etmək və beləliklə, o maddəni identifikasiya etmək mümkündür.

İnfraqırmızı spektroskopiya dəyərli analitik metod olub, üzvi, qeyri-üzvi və koordinasiya molekulunun, habelə yüksək molekullu birləşmələrin quruluşunu tədqiq etməyə xidmət edir. Belə analizlər üçün istifadə olunan əsas cihaz – infraqırmızı spektrometrdir (dispersli və ya Fureye çevrilməli).

Yeni texniki infraqırmızı spektroskopiyanın sayəsində mürəkkəb nümunələrin analizi mümkün olmuşdur: əks olunma İQ-

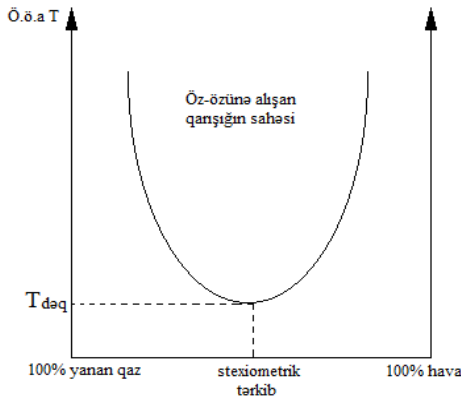
spektroskopiya, buraxılma İQ-spektroskopiya və İQ-mikroskop. Bundan başqa, infraqırmızı spektroskopiya digər analitik metodlarla birləşdirilmişdir: qaz xromatoqrafiyası, termoqravimetriya.

İSTİLİK PARTLAYIŞI – Bu, öz-özünə sürətlənən ekzotermik kimyəvi reaksiya olub, yüksək sürətlə gedir və istiliyin, qazın intensiv ayrılması ilə müşayiət olunur. Əmələ gələn istiliyin tam ayrılması, verilməsi ilə baş verən oksidləşmə reaksiyalarında yanma baş vermir. Yanma, sistemdə ya istiliyin (öz-özünə alışma istiliyinin) toplanması, ya da katalizator iştirakında gedən kimyəvi proseslərin öz-özünə sürətlənməsi şəraitində baş verir.

Yanma prosesinin baş verməsinin həlledici amili – reaksiya istiliyinin ayrılma sürətinin reaksiyaya daxil olan sistem tərəfindən ətraf mühitə, məsələn, reaksiya qabının divarlarına ötürülmə sürətindən çox, yaxud bərabər olmasıdır. Bir sözlə, öz-özünə alışmanın baş verməsi üçün yanan qarışığın ilkin oksidləşmə reaksiyası nəticəsində qızma prosesi temperaturun xarakterik intervalı adlanan kritik göstəricisindən yüksək olmalıdır:

$$\Delta T \geq \frac{RT_0^2}{E}$$

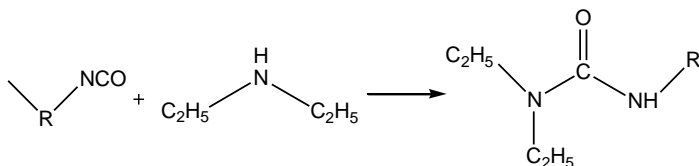
Öz-özünə alışma temperaturunun yanan qarışığın tərkibindən asılılığı verilmiş şəkildə göstərilmişdir.



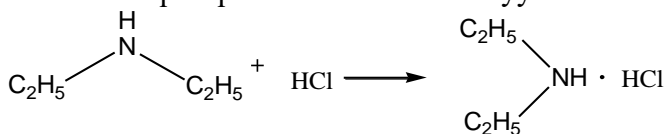
İZOMERLƏŞMƏ İLƏ POLİMERLƏŞMƏ- monomərə inisiatorun və ya uzanan zəncirin birləşməsi nəticəsində yaranan reaksiya mərkəzinin fərqli struktura malik reaksiya mərkəzini yaratmaqla izomerləşməsi ilə baş verir. Monomer molekulunun növbəti birləşməsi reaksiya mərkəzinin ilkin (izomerləşməmiş) strukturunu bərpa edir. İzomerləşmə ilə polimerləşmədə mono-molekulyar izomerləşmə reaksiyasının sürət sabiti ilkin reaksiya mərkəzinin böyümə sürət sabitindən 2-3 dəfə yüksək olduqda alınan polimer strukturunda ilkin monomerin strukturuna uyğun vahidlər olmur. Sürət sabitlərinin göstəricilərinin daha kiçik qiymətlərində statistik birgə polimerlər alınmalıdır.

Kauçuklarda izomerləşmə dienlərin polimer zəncirlərində (poliizopren, polibutadien və s.) tərkibi dəyişmədən onların strukturunun dəyişməsi ilə nəticələnən katalitik reaksiyalardır. Üç növ izomerləşmə reaksiyaları məlumdur: rabitələrin miqrasiyası və molekul daxili tsiklləşmə. Hər bir reaksiyanın həyata keçməsi polimerin strukturu və həm də təsir edən reagentin təbiəti ilə müəyyən edilir. Sis-trans izomerləşmə dienlərin əsasında polimerlərdə sis- və trans- strukturların qarşılıqlı çevrilməsi ilə əlaqəli prosesdir. Bu prosesi kəmiyyətcə müəyyən etmək üçün adətən İQ-spektroskopiya üsulundan istifadə olunur.

İZOSİANAT QRUPLARININ MİQDARI. Bu metod izosianat qruplarının ikili aminlərlə aşağıdakı reaksiya üzrə qarşılıqlı təsirinə əsaslanır:



İkili aminin artıq miqdarı titrlənməklə müəyyən edilir:



Polimerlərdə izosianat qruplarının miqdarı ГОСТ R İSO 167022008 üzrə təyin edilir. Üzvi birləşmələrdə izosianat qruplarının havada ümumi miqdarı 1-(2-metoksi-fenil)piperazindən istifadə edərək maye xromatoqrafiya metodu üzrə təyin edilir.

– K –

KALANDR- Polimer materiallar üçün kalandr əsas işçi hissəsi paralel yerləşmiş və bir-birinə qarşı fırlanan içi boş silindrlərdən ibarət maşındır. Əsasən polimer materialı arası kəsilmədən nazik lent halına salmaq üçün istifadə olunur. Rulonların sayına görə kalandrlar iki, üç, dörd və beş rulonlu kalandrlara bölünürlər. Yüksək kəsişmə dəqiqliyi ilə təbəqələr və örtüklər istehsal etmək üçün materialın ardıcıl olaraq bir neçə boşluqdan keçirildiyi dörd və beş rulonlu kalandrlardan istifadə olunur. Kauçuk sənayesində aşağıdakı kalandrlardan istifadə olunur: a) universal b) profil c) yağlama d) astarlama və sürət çıxarıcı kalandr.

Plastik kütlə emalı sənayesində aşağıdakı kalandrlardan istifadə olunur: a) nazik təbəqələrin və plyonkaların alınması üçün; b) qabartma – örtüklərin və ya təbəqələrin səthini qabartmaq üçün; c) dublikat - hopdurulmuş parça və ya termoplastik materialın təbəqələrinin təkrarlanması üçün; q) hamarlaşdırma – bərk materialların səthinin emalı üçün; e) sıxılma – bərk materialların lentindən maye fazanın artıq hissəsinin çıxarılması üçün.

KALORİMETRİYA – maddələrin istilik tutumunu ölçmə metodu və yaxud qızdırılma zamanı gedən fiziki və kimyəvi proseslərdə istilik mübadiləsinin təyini. Kalorimetriya – müxtəlif fiziki, kimyəvi və bioloji prosesləri müşayiət edən, istilik effektlərinin ölçmə metodlarının cəmidir. Kalorimetriya metodu vasitəsilə istilik tutumu, faza keçidlərinin istiliyi, kimyəvi reaksiyaların və s. istilik effektləri təyin edilir. Kalorimetrik tədqiqatlar bu proseslərin sürətini təyin etməyə imkan verir.

Təcrübələr həssas temperatur göstəricisi, kalibrələnmiş elektrik qızdırıcısı və lazım gəldikdə qarışdırıcı və aşağı temperaturda tədqiqat aparmaq üçün soyuducu blokla təchiz olunmuş, yaxşı izolə edilmiş qurğudan ibarətdir. Monomerlərin və ya polimerlərin yanma istiliyini təyin etmək üçün həmçinin təkmilləşdirilmiş bomba kalorimetrlərindən istifadə olunur. Yanma istiliyinin yüksək dəqiqliklə ölçülməsi (0.02 %-dək) kristallaşma, polimerlərin stereokimyəvi strukturunun müxtəlifliyi, onların şaxələnməsi ilə bağlı istilik effektlərini qeyd etməyə imkan verir.

Polimerlərin öyrənilməsi zamanı kalorimetriyanın əsas vəzifəsi – polimerləşmə istiliyinin təyin ediməsidir. Kalorimetrdə ölçülən polimerləşmə istiliyi nəzəri hesablanmış yanma istiliyi ilə yaxşı uyğunlaşır. Baxmayaraq ki, sonuncu tam dəqiq deyil, belə ki, iki yüksək kəmiyyətin fərqindən alınır.

Polimerlərin alınma kinetikasını tədqiq etmək üçün kalorimetriyadan geniş istifadə olunur. Kalorimetriyadan monomerlərin kütlədə polimerləşməsinin öyrənilməsində, yüksək özlülüklü sistemlərdə, bərk fazada, habelə heterofazalı sistemlərdə istifadə etmək daha məqsəduyğundur. Kalorimetriya yüksək sürətli reaksiyaların kinetikasını tədqiq etməyə imkan verir. Yəni bu metodlar inisirləşmə və zəncirin böyümə sürəti çox yüksək olan ion polimerləşmədə, həmçinin radikal polimerləşmənin qeyri-stasionar mərhələsində termometriya ilə elementar sabitlərin təyini zamanı tətbiq tapa bilər.

Polimerlərin həlledicilərlə qarşılıqlı təsir proseslərində (həllolma istiliyi) istilik effektlərinin təyini zamanı kalorimetrik metodlar tətbiq edilir. Polimer ərintilərin izotermik kristallaşmasını müşayiət edən istilik effektlərinin ölçülməsi kristallaşmanın kinetikasını öyrənməyə imkan verir. Mexaniki deformasiya zamanı istilik effektlərinin təyində əldə olunan nəticələrdən polimerlərdə struktur çevrilmələrini qiymətləndirmək üçün istifadə olunur.

KARBİDLİ PLASTİKLƏR – tərkibində doldurucu kimi karbid lifləri saxlayan polimer konstruksiya materiallarıdır. Karbidli, tərkibində silisium karbid (SiC) lifləri olan plastiklər borlu plastiklərə nisbətən aşağı möhkəmlik, lakin yüksək Yunq modulu

ilə xarakterizə olunurlar. Bu, hazırda istehsal olunan SiC liflərin aşağı temperaturda borlu liflərlə müqayisədə az davamlı olması ilə bağlıdır. Lakin karbidli plastiklər nisbətən yüksək möhkəmliyə malikdirlər. Bununla yanaşı, karbidli plastiklərin sıxlığı borlu plastiklərdən yüksək olduğu üçün karbidli plastiklər xüsusi bərkliyə malik olmur. Texnologiyanın təkmilləşməsi ilə SiC liflərinin möhkəmliyi, görünür ki, bor liflərinin möhkəmliyinə bərabərləşir və SiC liflərindən doldurucu kimi istiliyə davamlı əlaqələndiricilərdə istifadə etmək məqsədyönlüdür. Silisiumlu karbid liflərinin borlu liflər qarşısında üstünlüyü onların temperaturun qalxmasına qarşı az həssaslığı, yüksək temperatura davamlılığı və uzunmüddətli möhkəmliyidir və çox güman ki, karbidli plastiklər yüksək temperatura davamlı məmulatların hazırlanmasında tətbiq tapa biləcəkdir.

KARBONLU PLASTİKLƏR – tərkibində doldurucu kimi karbon lifləri saxlayan polimer konstruksiya materiallarıdır. Karbon liflərini inert mühitdə piroliz üsulu ilə üzvi liflərdən (selluloza, poliakrilonitril, qatran və qurumdan) alırlar. Xammal kimi götürülmüş liflərin qızdırılma temperaturundan asılı olaraq aşağı- və ya yuxarı modullu karbon lifləri alınır, hansı ki, müxtəlif enlikli jüt və lent kimi istehsal olunur. Aşağı modullu lifli karbon plastiklərdən elektrik keçirici, istilik qoruyucu və antifriksion materiallar hazırlayırlar. Onlar konstruksiya materialları kimi istifadəyə yararlı deyil.

Konstruksiya materialı kimi istifadə edilən karbon plastikləri tərkiblərində doldurucu kimi yüksək modullu (Yunq modulu $15000-50000 \text{ kqQ/mm}^2$) və yüksək möhkəmliyə malik ($a_k > 150 \text{ kqQ/mm}^2$) karbon liflər saxlayır. Bu plastiklər üçün aşağı sıxlıq, yüksək elastiklik modulu, möhkəmlik, istiliyə davamlılıq, aşağı xətti genişlənmə əmsalı, yüksək istilik- və elektrik ötürücülük xassələri xarakterikdir.

Karbon plastiklərinə xas xüsusiyyətlər bağlayıcı maddənin tərkibi, istifadə edilən liflərin qatılığı və oriyentasiyası ilə müəyyən olunur. Epoksid qatranı tərkibli karbon plastikləri 200°C -dən

aşağı temperaturlarda yüksək davamlılıq göztəricilərinə malikdir. Bu polimer konstruksiya materialları adətən, müxtəlif enliyə malik lentlər şəklində istehsal olunan xammaldan hazırlanır. Gərilmə və əyilmə zamanı davamlılıq bir istiqamətli karbon plastikləri üçün $100-160 \text{ kqQ/mm}^2$, elastiklik modulu isə – $10000\dots25000 \text{ kqQ/mm}^2$ və daha çox olur. Xüsusi möhkəmlik və davamlılığına görə karbon plastikləri şüşə plastiklər, polad, alüminium kimi materialları çox geridə qoyur. 250°C temperaturdan aşağı temperaturda uzun müddətli iş üçün nəzərdə tutulmuş karbon plastiklərində fenollu, 300°C -yə qədər – silisium-üzvi və 330°C -ə qədər isə poliimid tərkibli bağlayıcılardan istifadə olunur. Hal-hazırda 417°C -yə qədər işləmə temperaturuna malik bağlayıcılar hazırlanır.

Karbon plastiklərində anizotropiya xüsusiyyətləri şüşə plastiklərdən daha kəskin ifadə olunur. Bu onunla əlaqədardır ki, karbon plastiklərində doldurucuların və bağlayıcıların elastiklik modullarının nisbəti şüşə plastiklərdən daha yüksəkdir (100 və daha çox). Bundan əlavə, karbon plastikləri öz oxları boyunca və ona perpendikulyar olan liflərin elastiklik xüsusiyyətləri arasında fərqi olması ilə xarakterizə olunur və bu da əlavə anizotropiyaya gətirib çıxarır. Adətən konstruksiyalarda mexaniki xüsusiyyətlər üçün daha az anizotropiya lazımdır və bu zaman çarpaz bağlanmış materiallardan istifadə olunur. Liflərin həcmi və polimer materiallarının toxunmasını (teksturmasını) dəyişdirərək, kompozisiyaların xüsusiyyətlərini çox geniş şəkildə dəyişmək mümkündür.

Karbon plastikləri yorğunluq yüklərinə qarşı yüksək müqavimətlə fərqlənirlər. Limit ölçüsünə görə karbon plastiklərinin vahid çəki dözümlülüyü şüşə plastiklərdən və bir çox metaldan əhəmiyyətli dərəcədə üstündür. Bunun bir səbəbi məsələn, şüşə plastiklərə nisbətən eyni dartılma səviyyəsində deformasiyanın az olmasıdır ki, bu da polimer matrisanın çatlamasını azaldır. Bundan əlavə, karbon liflərin yüksək istilik keçiriciliyi daxili sürtünmə qüvvələri nəticəsində materialın öz-özünə isinməsini azaldır, titrəyiş enerjisinin yayılmasına kömək edir. Karbon plastiklərinin

yüksək sürtünmə qabiliyyətili və vibrasiya müqavimətli olması onların dəyərli xassələridir.

Karbon plastikləri çox yüksək elektrik keçiriciliyinə malik olduqları üçün antistatik və elektrik istilik materialları kimi istifadə edilmə imkanı vardır. Bu plastiklərin kimyəvi davamlı olması onların turşuya davamlı nasosların hazırlanmasında, sıxlaşdırıcılarda və s. istifadə olunmasına imkan verir.

Karbon lifləri aşağı sürtünmə əmsalına malikdir və bu da onlardan müxtəlif əlaqələndiricilər üçün doldurucu kimi istifadə etməklə diyircəkli yastıq, ara qatı, vtulka və dişli çarxlar hazırlanmasına şərait yaradır.

KARBON-KARBON KOMPOZİTLƏRİ. Karbon-karbon materiallar karbon matrisə və karbon liflər əsasında hazırlanmış karbon-qrafit kompozisiya materiallarıdır. Bu kompozisiyaların tərkibində matrisə kimi pirokarbon, termoreaktiv qatranların /daş kömür və ya neft qatranı/ koks qalığı, doldurucu lif kimi - yüksək möhkəmiyyətə malik karbon lifləri - sap (doğranmış və doğranmamış), qaytan, parça - lif faza konstruksiyalarında istifadə edilir.

Karbon-karbon materiallar qrafitlə müqayisədə nisbətən aşağı sıxlıq (material məsaməli olduğuna görə), inert və bərpa olunan mühitdə 3000°C temperatur şəraitində belə (daha yüksək temperaturalarda bu materialların xassəsi onun səthindən karbonun sublimasiya olunma sürətindən asılıdır) yüksək xüsusi sıxlıq və codluqla, möhkəmliklə və parçalanmanın plastik xarakteri ilə xarakterizə olunur.

Bir istiqamətli, tozvari və xaotik çarpaz bağlanmış karbon-karbon materiallardan məmulatlar müvafiq karboplastiklərin 1000°C-yə yaxın temperaturalarda karbonlaşdırılması və ya karbon matrisasının termoreaktiv qatran liflərlə təkrar-təkrar hopdurulması və sonra karbonlaşdırılması vasitəsilə sıxlaşdırılması ilə hazırlanır. Fəza çarpaz bağlanmış materiallardan məmulat karbon matrisasının termoplastik qatranların təzyiqlə altında karbonlaşması və ya qaz halında olan karbohidrogenlərin pirolizində alınan karbonun karkasın üzərinə çökdürülməsi və əvvəlcədən lifdən hazırlanmış karkasın həcmnin formalaşdırılması ilə

alınır. Bütün hallarda karbon matrisinin formalaşmasından əvvəl konstruksiya möhkəmliyinə malik olmayan başlanğıc karkasın deformasiyaya uğramasından yayınırırlar. Praktikada məmumatın konkret istismar şəraiti nəzərə alınmaqla materialın inert və ya vakuumda yüksək temperaturda emal texnologiyalarının birgə tətbiqi həyata keçirilir. Bu, məmumatın strukturunu dəyişməyə və məsamələrin həcmi tənzimləməyə imkan verir. Emal temperaturu alınan məmumatın istismar temperaturundan bir qayda olaraq yüksək olur. Məmumatın hissələrini (detallarını) hazırladıqda daxili gərginliyin olmaması üçün qrafitdən hazırlanmış termiki stabil bünövrədən, karkasdan istifadə edilir. Hissələrin və sxemlərin konstruksiyası, onların çarpaz bağlanması adətən yüksək temperaturda həyata keçirilir.

Karbon-karbon materialların fiziki-mexaniki və istilik-fiziki xassələri emal temperaturundan və çarpaz bağlanmadan nəzərə çarpacaq dərəcədə asılıdır. Bir istiqamətli çarpaz bağlanmış, karbon-karbon materiallar üçün $\tau_{\text{parç.}}$, $\tau_{\text{əyilmə}}$, $\tau_{\text{sürüşmə}}$ və $\tau_{\text{çixılma}}$ müvafiq olaraq 600, 1200, 25 və 800 MPa-ya kimi yüksələ bilər. İstilik ötürmə əmsalı $5,5 \cdot 10^{-3} \text{ C/m}^2\text{s}$ (çarpaz bağlanma müstəvisində) və $3 \cdot 10^{-3} \text{ C/m}^2\text{s}$ (perpendikulyar istiqamətdə) intervalında dəyişir. Bu materialların elektrik keçiriciliyi, xüsusi istilik tutumu başlanğıc materialın müvafiq göstəriciləri ilə eynidir. Karbon-karbon materialları oksidləşdirici mühitlərdə karbon oksidlərinin (havada 400°C -dən, su buxarı mühitində 630°C -dən yüksək temperaturlarda) alınması ilə parçalanır; elektrokimyəvi oksidləşmə otaq temperaturunda da baş verə bilər və oksidləşmə sürəti qatılıqdan və potensiallar fərqiindən asılıdır.

Karbon-karbon materiallar - raket və aviasiya texnikası, elektro-termiki qurğuların yüksək temperaturlu hissələrinin hazırlanmasında istifadə edilən konstruksiya materialıdır.

KATALİZ – reaksiyada çevrilmə prosesində iştirak edən, lakin alınan reaksiya məhsullarının tərkibinə daxil olmayan, reaksiyanın sonunda kimyəvi cəhətcə dəyişmədən geriyyə qayıdan maddənin təsiri altında baş verən, kimyəvi reaksiyanın sürətinin dəyişməsidir. Kataliz kimyəvi prosesin istiqamətini dəyişməyə,

adi yolla alınması mümkün olmayan bəzi reaksiyaların getməsinə imkan yaradır.

Katalizatorun iştirakı ilə gedən kimyəvi reaksiyalar katalitik reaksiyalar adlanır. Heterogen kataliz zamanı bütün reaksiyalar katalizatorun səthində gedir. Ona görə, bərk katalizatorun aktivliyi onun səthinin xassələrindən (ölçüsündən, kimyəvi tərkibindən, quruluşundan və halından) asılıdır.

KATALİZATOR. Katalizator – reaksiyanı sürətləndirən, lakin reaksiya məhsullarının tərkibinə daxil olmayan maddədir. Digər reagentlərdən fərqli olaraq, katalizatorun miqdarı reaksiyadan sonra dəyişmir. Reaksiyanın daha sürətlə getməsi və yol açmaqla katalizator ilkin maddələrlə reaksiyaya girir. Alınan aralıq birləşmələr çevrilmələrə məruz qalır və sonda məhsula və katalizatora parçalanır. Sonra katalizator yenidən ilkin maddə ilə reaksiyaya girir və bu katalitik tsikl (milyon dəfələrlə) təkrar olunur.

Katalizatorlar homogen və heterogen olmaqla siniflərə bölünür. Homogen katalizatorlar reaksiyaya girən maddələrlə bir fazada olur, heterogen katalizatorlar – reaksiyaya girən maddələrdən fərqli olan fazadan sərhədlə ayrılan sərbəst faza yaradır. Turşular və əsaslar tipik homogen katalizatorlardır. Heterogen katalizatorlar kimi metallar, onların oksidləri və sulfidləri istifadə olunur. Eyni tip reaksiyalar həm homogen, həm də heterogen katalizatorlar iştirakında gedə bilər. Belə ki, turşu məhlulları ilə yanaşı, turş xassələrə malik bərk Al_2O_3 , TiO_2 , ThO_2 , alümosilikatlar, silikatlar tətbiq edilir. Əsasi xassəli heterogen katalizatorlar: CaO , BaO , MgO . Heterogen katalizatorlar bir qayda olaraq, çox inkişaf etmiş səthə malik olur. Bu məqsədlə onları inert daşıyıcıda (silikagel, alüminium oksidi, aktivləşdirilmiş kömür və s.) yerləşdirirlər.

Katalizatorları şərti olaraq, iki qrupa bölmək olar:

Birinci qrupa reaksiya şəraitində zəncirvari prosesi aparan, xeyli sayda aktiv mərkəzlər əmələ gətirən maddələr aiddir. Buna misal – mürəkkəb efirlərin qələvi və turş hidrolizini göstərmək olar.

İkinci qrupa - aralıq birləşmələrin qatılığını artıran katalizatorlar aiddir. Bu katalizatorlar hər iki ilkin maddə ilə molekulyar kompleks əmələ gətirir və reaksiya katalizatorla aralıq kimyəvi birləşmələrin əmələ gəlməsi vasitəsilə gedir.

Hər bir tip reaksiyalar üçün yalnız müəyyən katalizatorlar effektivdir.

Yuxarıda qeyd olunan turş-əsassı katalizatorlardan başqa, oksidləşdirmə-reduksiya katalizatorları da mövcuddur. Bu tip katalizatorlar üçün keçid metalının və ya onun birləşmələrinin (Co^{+3} , $\text{V}_2\text{O}_5 + \text{MoO}_3$) iştirakı səciyyəvidir. Bu zaman kataliz keçid metalının oksidləşmə dərəcəsinin dəyişməsi yolu ilə həyata keçirilir. Reaksiyaların çoxu reagentlərin keçid metal (Ti , Rh , Ni) atomu və ya ionu ətrafında koordinasiyası vasitəsilə təsir edən katalizatorların köməyi ilə həyata keçir. Belə kataliz koordinasiya kataliz adlanır. Katalizator xiral xassələrə malik olarsa, o zaman optiki qeyri-aktiv substratdan optiki aktiv məhsul alınır.

Katalizator həmçinin başqa bir katalizatorla həyata keçirilən katalitik tsiklin mərhələlərindən birinin sürətini artırır. Bu "katalizin katalizi" və yaxud ikinci səviyyəli kataliz ifadəsi ilə ifadə olunur.

Biokimyəvi reaksiyalarda katalizator rolunu fermentlər oynayır. Katalizatorları inisiyatorlardan fərqləndirmək lazımdır. Məsələn, radikal zəncirvari reaksiyaları sərbəst radikallara parçalana bilən peroksidlər sürətləndirə bilər. İnisiyatorlar reaksiya prosesində sərf olunur, ona görə onları katalizator hesab etmək olmaz.

Katalizatorun təsir mexanizmi adətən reaksiyaya girən maddələrdən biri ilə aralıq birləşmə əmələ gətirməsi ilə izah edilir. Belə ki, əgər zəif sürətlə gedən reaksiyanı - $\text{A} + \text{B} = \text{AB}$ katalizator K iştirakında aparsaq, o zaman katalizator ilkin maddələrdən biri ilə kimyəvi qarşılıqlı təsir nəticəsində davamlı olmayan aralıq məhsul əmələ gətirir: $\text{A} + \text{K} = \text{AK}$. Belə prosesin aktivləşmə enerjisi kiçik olduğuna görə reaksiya sürətlə gedir. Sonra aralıq məhsul AK digər ilkin maddə ilə qarşılıqlı təsirdə olur və bu zaman katalizator kənarlaşır: $\text{AK} + \text{B} = \text{AB} + \text{K}$. Bu prosesin də aktivləşmə

enerjisi nisbətən kiçikdir. Ona görə də, reaksiya kifayət qədər sürətlə gedir. Eyni vaxtda gedən hər iki prosesi cəmləşdirsək, o zaman sürətlə gedən reaksiyanın ümumi tənliyini alarıq: $A+B=AB$.

Bəzi maddələr bərk katalizatorların aktivliyini ya aşağı salır, ya da tamamilə məhv edir. Belə maddələr *katalitik zəhər* adlanır. Buna misal olaraq, platin katalizatorlarının həssas olduğu arsen, civə, sian birləşmələrini göstərmək olar. Elə maddələr də vardır ki, özləri katalizator olmadığı halda müəyyən reaksiyaların katalizatorunun təsirini gücləndirirlər. Bu maddələr promotorlar adlanır (platin katalizatorların dəmir, alüminium və s. qatqılarla promotorlaşdırılması).

Sənayedə istifadə olunan katalizatorlar sabit yüksək katalitik aktivliyə, selektivliyə, mexaniki möhkəmliyə, termiki stabilliyə, katalitik zəhərlərə qarşı davamlılığa, uzun müddət işləmə, asan regenerasiya olunma qabiliyyətinə, müəyyən hidrodinamik xarakteristikalara malik olmalı, ucuz başa gəlməlidir. Bu tələblər ilk növbədə heterogen kataliz üçün nəzərdə tutulan katalizatorlara aiddir.

Katalizatorun seçimində vahid nəzəriyyə yoxdur. Sənayedə tətbiq edilən katalizatorların çoxu empirik yolla seçilir. Lakin katalizin mexanizmi barədə təfəkkürün inkişafı ayrı-ayrı tip reaksiyalar üçün yararlı olan katalizatorların seçiminin bəzi prinsiplərini ifadə etməyə imkan verir. Bunun əsasını bir qayda olaraq, katalizatora daxil olan elementlərin dövrü sistemdə tutduğu yer müəyyən edir. Selektivlik həmçinin katalizatorun aktiv mərkəzlərinin elektron xassələri ətrafının dəyişməsi ilə dəyişə bilər (liqand effekti). Bundan başqa, mürəkkəb üzvi molekulların reaksiyalarında formasına və ölçülərinə görə, mikroməsələli katalizatora yaxın məhsulların alınmasının üstünlüyü böyük əhəmiyyət kəsb edir. Psevduşlaşdırılmış və hərəkətdə olan laylarda katalizatorların sferik formalı, hamar səthli dənəciklərindən istifadə olunur. Katalizatorların termiki davamlı olması ekzotermik reaksiyalarda xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, bu zaman ayrılan istilik rekristallaşmaya və katalizatorların dezaktivləşməsinə səbəb ola

bilər. Rekristallaşmanın qarşısını almaq üçün katalizatorlar termiki cəhətdən dözümlü daşıyıcılara çökdürülür. Yüksək istilik effektivinə malik proseslərdə yerli qızmanın qarşısını almaq məqsədilə istilik ötürücü daşıyıcılar tətbiq edilir. Katalizatorların tərkibinə habelə, katalizatorların kristallitlərinin ayrılması nəticəsində rekristallaşmasının qarşısını alan qatqılar əlavə edilir. NH_3 sintezində istifadə edilən dəmir katalizatorunun tərkibində Al_2O_3 -ün rolu məhz bundan ibarətdir. Katalizatorun katalizator zəhərinə qarşı davamlılığı sonuncunun katalizatorla qarşılıqlı təsirinin spesifikasiyası ilə müəyyən edilir.

Katalizatorlar müəyyən kriteriyalar üzrə qiymətləndirilir. Ən mühümləri - aktivlik, spesifiklik, qocalmaya və zəhərlənməyə qarşı davamlılıqdır.

Aktivlik katalitik və qeyri-katalitik reaksiya sürətlərinin nisbəti ilə müəyyən edilir. Katalizator reaksiyanın aktivləşmə enerjisini azaltdıqca, onun aktivliyi artmış olur.

Spesifiklik (seçicilik) – katalizatorun yalnız bir reaksiyanın sürətini artırma qabiliyyətinə deyilir.

Katalizatorun aktivliyinə qarışıqlar xeyli təsir göstərir. Onlardan bəziləri katalizatorların təsirini gücləndirir, digərləri - zəiflədir. Özləri katalitik təsirə malik olmayan, lakin katalizatorun təsir effektini gücləndirən maddələr *promotor* və yaxud *aktivator* adlanır.

Katalitik zəhərlər adlanan bəzi kimyəvi maddələrin katalizatorların aktivliyinə neqativ təsiri də məlumdur. Bu birləşmələr katalizatorların aktivliyini qismən və yaxud tamamilə aşağı salır.

KATION POLİMERLƏŞMƏ. Aktiv böyüyən zəncirlərin müsbət yük daşdığı halda makromolekulların əmələ gəlmə prosesi kation (elektrofil) polimerləşmə adlanır. Kation polimerləşmənin inisiatoru müsbət yük mənbəyidir. Bu zaman proses turşu agentlərlə həyəcanlandırılır. Onların hamısı elektron akseptorlarıdır, yəni Lyuis turşularıdır. Məsələn, proton turşuları (H_2SO_4 , H_3PO_4 , HClO_4 , CF_3COOH və s.), aproton turşular (Fridel-Krafts reagentləri: BF_3 , AlCl_3 , SnCl_4 , TiCl_4 , FeCl_3 və s.), halogenlər (J_2 ,

JCl, JBr), alüminium-üzvi birləşmələr və s. kation polimerləşmə katalizatorlarına aiddir.

KAUÇUKLAR – natural və ya sintetik elastomerlərdir. Elastiklik, su keçirməzlik və elektroizolyasiya xassələrilə səciyələnilirlər. Kauçuklardan vulkanlaşma yolu ilə rezin və yaxud ebonit alınır.

Təbii kauçuk. Bu yüksəkmolekullu karbohidrogen izoprenin (C_5H_8)_n sis-polimeri olub, lateksdə, kok-saqqızda (zəncirotu cinsindən olan, çoxillik bitkilərdə) və digər kauçukəmələgətirən bitkilərin tərkibində olur. Təbii kauçuk karbohidrogenlərdə və onların törəmələrində (benzində, benzolda, xloroformda, hidrogen sulfiddə və s.) həll olur, suda, spirtə, asetonda praktiki olaraq şişmir və həll olmur. Adi otaq temperaturunda belə təbii kauçuk oksigeni birləşdirir və oksidləşdirici destruksiya baş verir (kauçukun qocalması). Bu zaman onun möhkəmliyi və elastikliyi azalır. 200°C-dən yüksək temperaturda təbii kauçuk aşağı molekullu karbohidrogenlər əmələ gətirməklə parçalanır. Təbii kauçukun kükürdlə, kükürd dixloridlə, üzvi peroksidlərlə qarşılıqlı təsiri nəticəsində makromolekullar torvari struktur əmələ gətirməklə vulkanlaşma prosesinə uğrayırlar. Bu, kauçuka geniş temperatur intervalında yüksək elastiklik verir. Təbii kauçuk rezinə emal edilir. Hasil olunan təbii kauçukun (rezin kauçukunun) cəmi 1%-i xammal şəklində tətbiq edilir. Təbii kauçukun 60%-dən artıq miqdarı avtomobil şinlərinin istehsalında istifadə olunur. Sənaye miqyasında təbii kauçuk İndoneziyada, Malaziyada, Vyetnamda və Tailandda istehsal edilir.

Sintetik kauçuklar. İlk sənaye əhəmiyyətli sintetik kauçuk S.V.Lebedev metodu (etil spirtindən butadien alınır və sonradan maye butadien natrium iştirakında anion mexanizmi ilə polimerləşdirilir) üzrə sintez edilən polibutadien (divinil) kauçuku olmuşdur. Tsiqler-Natta katalizatorunun kəşfi ilə sintetik kauçukların sintezi xeyli ucuzlaşmışdır.

Sintetik izopren kauçukları – izoprenin katalizator – metal litium və ya peroksid birləşmələr iştirakında polimerləşməsi ilə

alınan karbon zəncirli kauçuklardır. Digər sintetik kauçuklardan fərqli olaraq izopren kauçukları təbii kauçuklar kimi yüksək yapışqanlıqə malikdirlər, elastiklikdə onlardan bir qədər geridə qalırlar.

Tərkibində əvəzedici və yaxud fraqment kimi heteroatomlar saxlayan kauçuklar çox vaxt həlledicilərin, yanacaq və yağların təsirinə qarşı yüksək davamlıq, günəş işığına qarşı dözümlüklə səciyyələnilrlər. Lakin pis mexaniki xassələrlə xarakterizə olunurlar. Kütləvi istehsal olunan və tətbiq edilən heteroəvəzedicili kauçuklar - xlorpren kauçukları (neopren) - 2-xlorbutadienin polimerləridir. Dihalogenalkanların (1,2-dixloretan, 1,2-dixlorpropan) və qələvi metalların polisulfidlərinin polikondensləşməsi nəticəsində alınan polisulfid kauçukları - tiokollar məhdud miqdarda istehsal edilir və istifadə olunur.

Sintetik kauçukların əsas tipləri:

- izopren;
- butadien;
- butadien-metil-stirol;
- butil-kauçuk (izobutilen-izopren birgəpolimeri);
- etilen-propilen (etilen-propilen birgəpolimeri);
- butadien-nitril (butadien-akrilonitril birgəpolimeri);
- xloropren (poli-2-xlorbutadien);
- siloksan kauçuku;
- flüor kauçukları;
- tiokollar.

Sənaye tətbiqi. Kauçukların kütləvi tətbiq sahəsi - avtomobil, aviasiya və velosiped şinləri üçün rezin istehsalıdır. Kauçuklardan xüsusi rezinlər, binalarda müxtəlif sökülə bilən hissələr - elementlər üçün müxtəlif kipləşdiricilər, istilik-, səs-, hava- və hidro-izolyasiyada, sanitar və ventilyasiya sistemlərində, hidravlik, pnevmatik və vakuum texnikasında istifadə olunur. Kauçuklar elektroizolyasiyada, tibbi cihazların istehsalında və s. tətbiq edilir. Sintetik kauçuklardan raket texnikasında bərk raket yanacağının hazırlanması zamanı polimer əsas kimi istifadə olu-

nur. Bu zaman sintetik kauçuk yanacaq rolunu oynayır, doldurucu kimi isə şora tozu (kalium və ya ammoniumlu) və yaxud yanacaqda oksidləşdirici rolunu oynayan, ammonium perxloratdan istifadə olunur.

KAUÇUKLARDA “QIĞIRDAQLAR” – bu, kauçukların plastikleşməsində nəzərə çarpan mənzərədir. “Qığırdaqlar” kauçukun emal prosesində tökmə üsulu ilə plastifikləşməmiş hissədə əmələ gəlir. Keçmiş SSRİ-də ilk sənaye miqyaslı sintetik kauçukun (SKB) xüsusiyyətləri yüksək, qeyri-ordinar plastikliyə görə, rezin məmulatların istehsalında istifadəni çətinləşdirən mexaniki qarışıqlar və dağılmayan kauçuk hissəciklərinin (qığırdaqların) aradan qaldırılması üçün vakuum qarışdırıcılarda emalı təşkil edilir və onların homogenləşdirilməsi həyata keçirilir. Bəzən kauçukun yastılanmasını (valslanması) 60 valda valsılamaqla təşkil edir və kauçukun bir hissəsini isə təmizləyici-valslarda emal edirlər. Kauçuk saflaşdırıldıqda tərkibində olan bərkimə və yumrular rulonun kənarına toplanır və bu hissə kəsilərək ayrıca emal olunur. Bu qığırdaqlar molekulların kütləsinə görə eyni cinsli olmaması nəticəsində kauçukda plastikleşməyə çətinliklə uğrayırlar və bunun nəticəsində strukturlaşmış polimer hissəcikləri əmələ gəlir.

KAUÇUKLARIN HİDROGENLƏŞMƏSİ - Rezin makromolekullarında çoxsaylı ikiqat rabitələrə hidrogenin birləşməsi prosesidir. Təbii və bəzi sintetik kauçukların hidrogenləşmə məhsulları hidrokauçuk adlanır. İlkin və hidrogenləşmiş kauçukların xassələrinin müqayisəli tədqiqi təbii kauçukun yüksək molekulyar təbiətinin müəyyən edilməsində və makromolekul konsepsiyasının yaradılmasında mühüm rol oynamışdır. Sonradan sintetik kauçukların, ilk növbədə də butadien-1,3 polimerlərinin hidrogenləşdirilməsinə böyük diqqət yetirildi.

KAUÇUKLARIN PLASTİFİKASIYASI – rezin istehsalının texnoloji prosesidir. Nəticədə, kauçukun yüksək elastikliyi azalır və plastik deformasiya artır. Real plastifikasiya şəraitində kauçukun plasto-elastik xassələrinin dəyişməsi əsas etibarlı ilə onun makromolekullarının destruksiyası ilə əlaqədardır.

Plastifikasiya – texnoloji proses olub, nəticədə kauçukun plastikliyi (deformasiyasının asanlaşması və yükü götürəndən sonra formanı saxlamaq qabiliyyəti) yüksəlir. Bu zaman onun özlülüyü azalır və elastikliyin bərpası aşağı düşür. Həmçinin rezin qarışıqların fiziki xassələrinə və vulkanizatlara təsir göstərir. Plastikliyin yüksəlməsi ilə formalaşma asanlaşır, kauçuk məhlulunun özlülüyü azalır (həlleddicinin az sərfində daha qatı yapışqanlar almaq mümkün olur). Bu zaman kauçukun mexaniki xassələri, onun sürtünməyə müqaviməti pisləşir, qalıq deformasiya artır. Resin qarışıqları hazırlayarkən, resin məmulatın tətbiq sahəsi nəzərə alınmaqla, müəyyən plastik xassələrə malik kauçukdan istifadə etmək lazımdır.

Kauçukda plastikliyin yüksəlməsi ilk növbədə onun mexaniki emalı prosesində qlobulyar strukturunun dağılması nəticəsində baş verir. Struktur qlobulyar olmadığı halda onun plastikləşməsi kauçukun makromolekullarının destruksiyası və mexaniki gərginliyinin, habelə oksidləşdirici proseslərin təsiri altında molekül kütləsinin azalması ilə izah olunur. Makromolekulun ölçüsü polimerin təbiəti, strukturu və deformasiya sürəti ilə müəyyən olunan bəzi minimal rəqəmləri üstələyirsə, makromolekulun qırılması mexaniki gərginliyin təsiri altında mümkün olur. Polimerin molekül kütləsinin və şaxələnmənin artması ilə makromolekulların çoxalan fiziki “ilişməsi” və “bir-birinə dolaşması” mexaniki emal zamanı kauçukun makromolekul zəncirinin qırılmasına səbəb olur. Kimyəvi plastifikatorlardan istifadə zamanı plastikləşmənin səmərəliliyi artır. Belə ki, bu zaman radikalların rekombinasiyasının və onların polimerin molekulları ilə qarşılıqlı təsirinə qarşısı alınır.

Plastikləşmənin sürətləndiricisi kimi bəzi merkaptanlardan, disulfidlərdən və s. istifadə olunur. Sürətləndiricilərdən istifadə zamanı istər aşağı, istərsə də yüksək temperaturlarda destruksiyanın sürəti artır.

Kauçukların sonrakı emalını – inqredientlərlə qarışmanı, formalaşmanı asanlaşdırmaq üçün plastikləşmədən istifadə olunur.

Plastikləşmənin iki növü – mexaniki və termooksidləşdirici (kauçuka mexaniki təsir etmədən) fərqləndirilir. Sənayedə mexaniki plastikləşməyə üstünlük verilir. Plastikləşmə dərəcəsi adətən plastiklik, bərklik, Muni üzrə özlülük göstəriciləri ilə qiymətləndirilir.

Mexaniki plastikləşmə zamanı həm termiki destruksiya, həm də mexaniki gərginliyin təsiri altında makromolekullarda kimyəvi rabitələrin aktivləşməsi baş verir. Hər iki prosesin sürətləri arasında olan nisbət temperaturdan, mühitdən (hava, oksigen, azot), mexaniki təsirin intensivliyindən, polimerin tipindən asılıdır. Temperaturun qalxması ilə plastikləşmənin sürəti əvvəlcə azalır, sonra isə artır. Kauçukların oksidləşməsində olduğu kimi, yüksək temperaturda oksidləşmə zamanı destruksiya və tikilmə eyni vaxtda baş verir. Bu proseslərin sürətləri arasında olan nisbət kauçukun tipindən asılı olur.

Sənayedə termooksidləşdirici plastikləşmədən yalnız kiçik miqyasda, yüksək temperaturda polimerləşən butadien-stirol kauçuklarının emalı zamanı istifadə olunur. Belə kauçukların mexaniki plastikləşməsi az səmərəlidir. Kauçukların termooksidləşdirici plastikləşməsi zamanı plasto-elastik xassələrinin dəyişməsi makromolekulların destruksiyası ilə bağlıdır. Plastikləşmənin birinci mərhələsində destruksiya, sonra isə - tikilmə prosesi baş verir.

KİMYƏVİ AXIN – polimerlərdə mexaniki gərginliyin təsiri altında kimyəvi rabitələrin qırılması və yenidən qruplaşmasından irəli gələn dönməyən deformasiyaların inkişaf etməsidir. Daha geniş anlamda kimyəvi axına gərgin polimerdə deformasiyanın və ya kimyəvi rabitələrin qırılması ilə başlayan deformasiyaya uğramış materialın gərginliyinin relaksasiyası aid edilir. Qırılmalara həm mexaniki qüvvələr, həm də termiki və ya termooksidləşdirici reaksiyalar, müxtəlif kimyəvi agentlər, ionlaşdırıcı şüalanma, fotokimyəvi çevrilmələr, həmçinin bir neçə faktorun birləşməsi təsiri səbəb ola bilər. Kimyəvi çevrilmələr reaktoplastların mexaniki emalı, kauçukların plastifikasiyası, həmçinin mexaniki gərginliklərin, istiliyin, kimyəvi aktiv mühitin və ya şüalanmanın birləşməsi

təsiri şəraitində istismar olunan materialın yorulması və qocalması zamanı baş verir.

Kimyəvi axın nəzərə çarpan dərəcədə müsbət istilik effekti ilə müşaiyət olunur, çünki bir rabitənin qırılması bir çox rabitələrin makromolekul zəncirlərinin gərgin sahəsində topladığı bütün elastik enerjinin istilik enerjisinə çevrilməsinə və dağılmasına gətirib çıxarır. Kimyəvi axının kəmiyyət baxımından təsviri üçün xarici faktorların (mexaniki gərginliyin, temperaturun, intensiv şüalanmanın və s.) təsirini bilmək lazımdır.

Birinci faktor – rezinin temperatur intervalında yüksək elastik deformasiyası zamanı gərginliyin kimyəvi relaksasiyası.

İkinci faktor – qırılma yükünə yaxın olan yükün təsiri ilə orientasiya pilyonkalarının sürüşməsi.

Kimyəvi axın zamanı kiçik statik deformasiyanın təsiri altında makromolekul zəncirləri, onların qırıntıları və ya quruluş fragmentləri bir-birinə nisbətən sərbəst hərəkət qabiliyyətini əldə etməirlər və torun parçalanması lokal xarakter daşdığından həqiqi kimyəvi çevrilmə ardıcılığı özünü göstərə bilmir. Kimyəvi proseslərin bütün mərhələlərində (qalıq deformasiyanın toplanması) molekulyar quruluşun ayrı-ayrı sahələrinin destruksiyasına baxmayaraq üçölçülü torun bütövlüyü qorunub saxlanılır.

Belə kimyəvi axın kifayət qədər yüksək mexaniki gərginliyin təsiri zamanı baş verir və fəza-quruluşlu polimerlərin alınması proseslərində yeganə mümkün olan gedişətdir. Kimyəvi axın haqqında təsəvvürlər qeyri-adi yüksək yumşalma temperaturuna malik sərt zəncirli polimerlər üçün istifadə olunduqda xüsusi məna kəsb edir. Onları monolit məmulatlara emal etmək bu polimerlərin formasını dəyişmək kimi çətindir. Belə polimerləri özlü axıcı hala çatdırmaq mümkün deyil, çünki axma temperaturu intensiv destruksiya temperaturundan daha yüksəkdir. Burada kimyəvi axından istifadə olunur.

Əsasında mexaniki-kimyəvi reaksiyalar duran kimyəvi prosesləri əsasında sərt fəza-quruluşlu yüksək elastik polimerlərin

sırf kimyəvi parçalanma prosesləri (məsələn oksidləşdirici destruksiya) duran kimyəvi relaksasiyalarla və onlara oxşar hadisələrlə qarışdırmaq olmaz.

Fəza-quruluşlu polimerlər üçün kimyəvi axın xüsusi məna kəsb edir. Bu halda kimyəvi rabitələr parçalanmadan makromolekullar kimyəvi çevrilmə proseslərini (strukturlaşma) həyata keçirə bilmir.

KİMYƏVİ PROSESİN MATERIAL VƏ İSTİLİK BALANSLARI – Bu balanslar kütlə və enerjinin saxlanması qanunları əsasında tərtib olunurlar. Material balansı – hesabat üçün zəruri elementlər olan çevrilmə dərəcəsi, kimyəvi prosesin sürəti və zaman arasındakı asılılığı təyin etmək üçün əsas hesab olunur və reaktorun xarakteristik tənliyi adlanır. Maddənin kimyəvi çevrilməsi qeyri-izotermik şəraitdə aparılırsa, o zaman prosesin istilik balansını onun material balansı ilə birgə nəzərdən keçirilir.

Material və istilik balanslarının tənliyi aparatın reaksiya həcmində hesablanmasında (tələb olunan şəraitdə) və ya reaktorda tələb olunan çevrilmə dərəcəsinə əsas sayılır. Hesabat vaxtı çox zaman kimyəvi prosesdə iştirak edən bir ilkin maddə üzrə tərtib olunmuş ümumi balansın ifadəsindən istifadə olunur. Tənliyin görünüşü maddənin kimyəvi çevrilmə prosesi aparılan reaktorun tipindən asılıdır.

Hesabatın düsturu:

1. Ümumi reaksiya sisteminin material balansı reaksiyaya giren hər bir maddə üzrə material balanslarının cəminə bərabərdir:

$$dM/dt = -DM_{\text{üm}}$$

burada M – reaksiya qarışıqının ümumi miqdarı, kmol; t – reaksiya müddəti, s; $DM_{\text{üm}}$ – reaksiya qarışıqının ümumi miqdarının dəyişməsi, $\text{kmol} \cdot \text{s}^{-1}$.

2. Reaksiyada iştirak edən i -maddəsi üçün material balansının ümumi tənliyi:

$$dM_i/dt = -DM_{i+r_i}V$$

burada M_i – sistemdə i -maddəsinin miqdarı, kmol; DM_i – i -maddəsinin miqdarının dəyişməsi, $\text{kmol} \cdot \text{s}^{-1}$; r_i – i -maddəsi üzrə ifadə

olunan kimyəvi reaksiyanın sürəti, $\text{kmol} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$; V – reaksiya qarışığının həcmi, m^3 .

3. Müxtəlif tip kimyəvi reaktorlar üçün material balansı tənlikləri:

Fasiləli surətdə işləyən ideal qarışdırıcılı reaktor üçün material balans tənliyi:

$$dM_i/dt = d(Vc_i)/dt = r_i V.$$

burada C_i – sistemdə i -maddəsinin qatılığı, $\text{kmol} \cdot \text{m}^{-3}$.

Fasiləsiz olaraq işləyən ideal qarışdırıcı reaktor üçün material balansı tənliyi:

$$d(VC_i)/dt = v_o C_{i_o} - v_{çix} C_{i_o çix} + r_{i çix} V.$$

burada, C_{i_o} , $C_{i_o çix}$ – sistemdə i -maddəsinin müvafiq olaraq reaktorun girişində və reaktorun çıxışında qatılığı, $\text{kmol} \cdot \text{m}^{-3}$; v_o – reaksiyaya daxil olan maddələrin həcmi verilmə sürəti; r_i – kimyəvi reaksiyanın sistemdə i -maddəsi üzrə sürəti, $\text{kmol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$.

Fasiləsiz işləyən n-ideal qarışdırıcılı reaktorlar kaskadı üçün material balansı tənliyi:

$$(Vn/M_{\text{üm}}) = r_{i_r} n = C_{i_r} v_r - C_{i_{r-1}} v_{r-1},$$

burada C - sistemdə i -maddəsinin n -reaktorunun çıxışında qatılığı, $\text{kmol} \cdot \text{m}^{-3}$; $r_i n$ – n reaktorunda i -maddəsi üzrə reaksiyanın sürəti, $\text{kmol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$.

Fasiləsiz işləyən ideal sıxışdırma reaktoru üçün material balansının tənliyi:

$$u d/C_i = r_i S dL.$$

burada S - reaksiya sistemi axınının en kəsiyinin sahəsi, m^2 , L – reaktorun uzunluğu, m .

Yarımfasiləsiz işləyən ideal qarışdırıcı reaktor üçün material balansı tənliyi:

$$dM/dt = d(pV)d\tau = M_{\text{ümü..o}} - M_{\text{ümü.çix.}}$$

i – maddəsi üzrə bu reaktor üçün :

$$d(VC_{i çix}) | d\tau = v_o C_{i_o} - v_{çix} C_{i(1)çix} + r_{i çix} V,$$

burada, C_{i_o} , $C_{i(1)çix}$ – sistemdə olan i -maddəsinin reaktorun girişində və çıxışında qatılığı, $\text{kmol} \cdot \text{m}^{-3}$; $r_{i çix}$ – sistemdə i -maddəsi

üzrə kimyəvi reaksiyanın reaktorun çıxışında sürəti, $\text{kmol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{c}^{-1}$; v_0 – reaksiyaya girən maddələrin verilmə sürəti.

İstilik balansı tənliyinin ümumi görünüşü:

$$d(\text{UM})/dt = -D(\text{M}_{\text{üm.I}} - \text{KF}(T_p - T_s) + p(dV/dt)).$$

burada, U-reaksiya qarışığının daxili enerjisi, $\text{kC} \cdot \text{mol}^{-1}$; I-sistemin entalpiyası, $\text{kC} \cdot \text{kmol}^{-1}$; K-istilik ötürmə əmsalı, $\text{Vt}(\text{m}^2 \cdot \text{K})^{-1}$; F – istilik ötürücü səthin sahəsi, m^2 ; T_r – reaksiya temperaturu, K və ya $^{\circ}\text{C}$; T_s – istilik daşıyıcısının temperaturu (soyuducu agentin), K və ya $^{\circ}\text{C}$; p – sistemdə təzyiq, Pa.

4. *Müxtəlif tip kimyəvi reaktorlar üçün istilik balansının tənlikləri*

Fasiləsiz (dövri olaraq) işləyən ideal qarışdırma reaktorları üçün $V = \text{const}$ – olduqda material balansı tənliyi:

$$M(dU/dt) = M_{\text{cu}}(dT_r/dt) = M(-\text{DHr})(dx/dt) - \text{KF}(T_r - T_x).$$

burada, dU – daimi həcmdə reaksiyaya daxil olan maddələr qarışığının xüsusi istilik tutumu, $\text{kC}(\text{kmol} \cdot \text{K})^{-1}$; DHr – reaksiyanın istilik effekti, $\text{kC} \cdot \text{kmol}^{-1}$.

Fasiləsiz işləyən xarici istilik mübadiləli ideal qarışdırıcı reaktor üçün material balansının tənliyi :

$$v_0 C_0 (-\text{DHr})_{T=T_1} x = v_0 p \int_{T_0}^{T_1} C_p dT + \text{RF}(T_1 - T_x)$$

burada, v_0 – reaksiyaya daxil olan maddələrin verilməsinin həcmi sürəti, $\text{m}^3 \cdot \text{c}^{-1}$; C_0 – reaksiyaya daxil olan maddələrin ilkin qatılığı, $\text{kmol} \cdot \text{m}^{-3}$; x – çevrilmə dərəcəsi; T_0 – reaksiya qarışığının başlanğıc temperaturu, K və ya $^{\circ}\text{C}$; T_1 – reaksiya qarışığının son temperaturu, K və ya $^{\circ}\text{C}$; c_p – sabit təzyiqdə reaksiyaya daxil olan maddələr qarışığının xüsusi istilik tutumu, $\text{kC}(\text{kq} \cdot \text{K})^{-1}$.

Xarici istilik mübadiləli, sabit temperaturda və en kəsiyi üzrə sabit tərkibdə, fasiləsiz işləyən, ideal sıxlaşdırıcı reaktor üçün material balansı tənliyi:

$$v_0 C_0 (-\text{DHr}) dx = p v_0 C_p dT_1 + \frac{k(T_1 - T_x)}{R_y} S dL$$

burada, S – en kəsiyinin sahəsi, m^2 , R_r – hidravlik radius, m.

Avtotermik rejimdə fasiləsiz işləyən ideal qarışdırıcı reaktor üçün material balans tənliyi:

$$\nu_0 C_0 (-DHR)_x = \nu_0 r_{cp} (T_1 - T_0) + KF(T_1 - T_x)$$

Adiabatik fasiləsiz işləyən reagent və reaksiya məhsulları arasında istilik mübadiləli ideal sıxlaşdırıcı reaktorlu (istilik mübadiləedicisi sistem- reaktor):

– *reaktor üçün:*

$$T_1 - T = x \Delta T_{ox \ x=1}$$

burada, $\Delta T_{ox \ x=1} = C_o (DHR)/(r_{cp}) - x=1$ qiymətində adiabatik reaktorda temperatur fərqi;dir;

– *istilik mübadiləedicisi sistem üçün:*

$$\nu_0 r_{cp} (T_0 - T'_0) + KF(T_1 - T_0),$$

burada, T_0 - başlanğıc reaksiya qarışığının reaktorun girişində temperaturu, K və ya °C;

T'_0 -başlanğıc reaksiya qarışığının istilik mübadiləsi sistemində girişdə temperaturu, K və °C;

Başlanğıc maddələr və reaksiya qarışığı arasında daxili istilik mübadiləli fasiləsiz işləyən ideal sıxlaşdırıcı reaktor üçün material balansın tənliyi (başlanğıc maddələr qızdırıldıqda):

$$\nu_0 r_{cp} (T - T_i) \nu_0 C_0 (-DHR) dx,$$

burada, T_i - daxili qızdırıcıda reaksiya qarışığının temperaturu, K və ya °C;

KOGEZIYA- Cazibə qüvvəsinin təsiri altında fiziki cismin molekullarının (atom və ionların) birləşməsi deməkdir. Kogeziya maddənin kondensləşmə halında olmasını müəyyən edir və müxtəlif təbiətli molekullararası və atomlararası qarşılıqlı təsirlərlə şərtləndirilir. Yaranan rabitələrin enerji göstəricisinə əsasən bu qarşılıqlı təsirləri şərti olaraq güclü və zəif, bəzi hallarda isə birinci və ikinci dərəcəli qüvvələr adlandırırlar.

Güclü qarşılıqlı təsir müxtəlif növ kimyəvi əlaqələr formasında müşahidə olunur, zəif qarşılıqlı təsir isə molekullar arasında müşahidə olunur. Aralıq vəziyyəti hidrogen rabitələri tutur. Polimerlərdə və aşağımolekullu birləşmələrdə molekullararası və atomlararası qarşılıqlı təsirlər xüsusiyyətlərinə görə əsaslı şəkildə

fərqlənirlər. Yüksək molekullu birləşmələrin spesifikliyi onların uzun zəncirli quruluşa malik olması və hər bir makromolekulda çox sayda eyni halqaların mövcudluğu ilə müəyyən olunur. Bu səbəbdən polimerlərin kogeziya xassələri makromolekullarda bütövlükdə atomlar, struktur vahidləri və ya seqmentlərin qarşılıqlı təsirləri ilə müəyyən olunur.

Atomlar və molekullararası qarşılıqlı təsirlər. Kimyəvi rabitələrin gücü üçölçülü polimerlərin kogeziya xassəsi üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Molekullararası cazibə qüvvəsi (Van-Der-Vaals qüvvəsi) daha çox universal xarakter daşıyır. Belə ki, bu qüvvə və maddələrin bütün aqreqat hallarında müşahidə olunur. Hidrogen rabitəsi yaratmağa meyilli olmayan xətti polimerlərin kogeziyası əsasən bu tip qüvvələr hesabına olur.

Poliamid və sellüloza kimi polimerlərdə kogeziyanın güclü olması, molekul daxili hidrogen rabitəsinin varlığı ilə əlaqələndirilir.

Kogeziya bir çox hallarda müxtəlif təbiətli qüvvələrin eyni zamanda təsiri ilə şərtləndirilir.

KOORDİNASIYON–İYON POLİMERLƏŞMƏ – makromolekulun əmələ gəlməsi katalitik prosesdir və bu prosesdə monomerdə rabitənin qırılma mərhələsindən öncə monomer və katalizator arasında koordinasiya kompleksinin yaranması baş verir. Kompleksin xarakteri və strukturu katalizatorun tipindən və monomerin quruluşundan asılıdır. Prinsip etibarlı ilə koordinasiya polimerləşmə prosesində ion polimerləşmə qabiliyyətinə malik bütün və ya demək olar ki, bütün monomerlər iştirak edə bilər. Praktiki nöqteyi–nəzərdən keçid metal əsaslı katalitik sistemlərdən istifadə etməklə aparılan koordinasiya–ion polimerləşmə prosesləri böyük əhəmiyyət kəsb edir. Belə sistemlərin köməyi ilə geniş monomer çeşidlərindən (α - və β -olefinlərdən, dienlərdən, bir-sıra polyar monomerlərdən və s.) stereomüntəzəm polimerlər alınır. Bu halda, koordinasiya kompleksində keçid metal atomu mərkəz, monomer molekulları – liqandlar hesab olunur. Koordinasiya komplekslərin əmələ gəlməsində və onların monomerin

reaksiya qabiliyyətinə təsirində katalitik sistemin xarakteri həlledici rol oynayır. Adı çəkilən polimerləşmə üsulunda böyüyən zəncirin sonunda həmişə əks ionlu karbkation yerləşir. Monomer molekulunun polyarlaşması sayəsində manqaların “baş” “quyruğa” prinsipi üzrə müntəzəm birləşməsi təmin olunur. Belə ki, digər birləşmə burada sadəcə olaraq, mümkün deyil. Ona görə, polimer zənciri kimyəvi müntəzəm struktura malikdir.

KOGEZİYA ENERJİSİNİN SİXLİĞİ – kəmiyyətə maddənin vahid həcmnin potensial enerjisinə bərabərdir, lakin əks işarəyə malikdir. Kogeziya enerjisinin sıxlığı qarşılıqlı təsirdə olan molekul və atomların biri-birindən sonsuz məsafəyə aralanması üçün görülən işə ekvivalentdir. Bu işə praktiki olaraq maddənin buxarlanma və ya sublimasiya temperaturuna uyğun gəlir. Əgər kogeziya Van der-Vaals qüvvələri ilə şərtlənsə, kogeziya enerjisini – C aşağıdakı tənliklə ifadə etmək olar:

$$C = - \frac{E}{V} = - \frac{N_0 v}{V}$$

burada, E – maddənin molyar potensial enerjisi;

V – molyar həcmi;

N_0 – Avaqadro ədədi;

v – bir molekulun potensial enerjisidir.

Kogeziya enerjisinin sıxlığını çox vaxt maddənin qarşılıqlı həllolma, başqa sözlə termodinamik stabil olan homogen (bir fazalı) sistem əmələ gətirmə qabiliyyətini xarakterizə edən həllolma parametri $\delta = C^{1/2}$ ilə ifadə edirlər.

Belə sistemin alınmasının vacib şərti – qarışdırma zamanı sərbəst enerjinin azalmasıdır. Yüksək molekullu komponentə malik olan sistemin fərqli cəhəti – entropiyanın böyük rola malik olmasıdır. Polimerin həlledici ilə qarışması zamanı entropiyanın dəyişməsi ΔS – Flori-Haggins tənliyi ilə təyin edilir:

$$\Delta S_c = -R(X_1 \ln \varphi_1 + X_2 \ln \varphi_2)$$

burada, φ_1 və φ_2 – polimer və həlledicinin həcmi payıdır.

Qarışdırmanın ümumi entropiyası iki komponentə aiddir. Kombinatorial və qeyri-kombinatorial göstərici:

$$\Delta S_c = \Delta S_{\text{kombin}} + \Delta S_{q/\text{kombin}}$$

Məhlulda molekulların yerləşmə üsulu sayca fərdi maddələrdə olduğuna nisbətən çoxdur və nəticədə fərqli molekulların yaranma imkanı çoxalmış olur. Məhlulun komponentlərinin qarşılıqlı təsiri nəticəsində (hidrogen əlaqəsi, donor akseptor qarşılıqlı təsiri) məhlul başlanğıc komponentlərə nisbətən daha çox nizamlanmış olur. Başlanğıc, ilkin komponentlərin qarşılıqlı təsiri nəticəsində yaranan qarışdırma entropiyasının ümumi payı qeyri-kombinator qarışdırma entropiyası ($S_{q/\text{kombin}}$) adlanır. Məhlul əmələ gəldikcə bu göstərici çoxala və ya azala bilər. Buna müvafiq olaraq $S_{q/\text{kombin}}$ mənfi və ya müsbət ola bilər. S_{kombin} həmişə müsbət olur, başqa sözlə $\Delta S_{\text{kombin}} > 0$.

Kogeziya enerjisini molekulun tərkibindən asılı olan və bu molekulun tərkibinə daxil olan hər bir atom qrupu üçün xarakterik olan ekvivalent enerjilərin cəmindən ibarət gizli buxarlanma istiliyinin göstəriciləri əsasında müəyyən etmək olar:

$$\Delta E_{\text{kog}} = \Delta H_{\text{mmi}} - RT$$

burada, ΔE_{kog} – kogeziya enerjisi, ΔH_{mmi} molyar buxarlanma istiliyi.

Təcrübi olaraq polimerlər üçün buxarlanma istiliyinin qiymətini makromolekulun təkrar olunan manqasına nəzərən belə təyin etmək mümkün deyil. Buna görə də, kogeziya enerjisinin sıxlığını qiymətləndirmək üçün (4-8 kC/manqa) bir sıra empirik üsullar mövcuddur. Bu halda polimerlər nisbətən elastik zəncirə malik olub kauçuklar, elastomerlər üçün xarakterik olan xassələrlə xarakterizə olunurlar. Kogeziya enerjisi 8-20 kC/mol-a kimi yüksəldikcə polimerlərin bərkliyi, sərtliyi və möhkəmliyi artır və onları plastiklərə aid etmək olar. Molekulların polyarlığı molekullar arası təsir göstəricisinə müəyyənədicə təsir göstərir və makromolekulların qablaşma sıxlığı ilə düz mütənəsbidir.

KRİSTALLAŞMA – bu polimerin maye formadan nizamlanmış vəziyyətə keçməsi prosesidir. Kristallaşma ərimə prosesində olduğu kimi birinci növ faza keçididir və onun üçün eyni

xüsusiyyətlər (diffuziya, relaksasiya xarakteri və s.) xarakterikdir. Böyüyən kristallik törəmələrin xətti ölçüsü zamandan asılı olaraq artır. Adətən,

$$r=G \cdot t$$

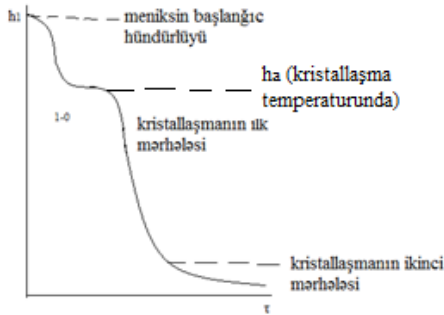
asılılığı irəli sürülür. Burada ki, r - müvafiq xətti ölçü (sferik hissəciyin radiusu), G -kristalların artım sürətidir.

Avraami göstəricisi rüşeymin əmələ gəlməsi və böyüməsi proseslərinin təbiəti haqqında geniş və ətraflı məlumat verir. Z-rüşeymin əmələ gəlmə sürətinin və böyüməsinin məlum funksiyası olaraq, prinsip etibarı ilə G kristallarının artım sürətinin və n rüşeym əmələgəlmənin mikroskop vasitəsilə təyini mümkün olduğu hallarda kristallaşma prosesinin miqdarı təyini üçün tətbiq oluna bilər.

Kristallaşmanın sürətini xarakterizə edən digər parametrlər də mövcuddur. Bu parametrlər Avraaminin əsas tənliyindən alınır. Birinci parametr - induksiya dövrüdür. Bu dövrdə sistemin həcmi dəyişməsinə praktiki olaraq müəyyən etmək mümkün olmur. Verilmiş "orta" kristallaşma sürətində induksiya dövrü n -in qiyməti yüksək olduqca yüksək olur, $n=1$ olduqda induksiya dövrü mövcud olmur, proses sıfır zaman müddətində son sürətə malik olur və bunu $t=0$ olduqda Avraami tənliyini differensiallaşdırmaqla asanlıqla sübut etmək olar. W_t/W_0 asılılığının vahiddən fərqli olduğunu təcrübi yolla təyin etmək mümkün olduğu anda induksiya dövrü sona çatır. Əgər bu kəmiyyət dəyişilsə, məsələn 0.99, n kəmiyyətinin sabit olduğu şəraitdə induksiya dövrü kristallaşma sürətinin meyarı ola bilər.

Kristalların əmələ gəlməsi prosesi üç mərhələdən ibarətdir: kristallaşma prosesini limitləşdirən mərhələlər - rüşeymin əmələ gəlməsi, rüşeymin böyüməsi və rüşeymin böyüməsinin dayanması.

Rüşeym əmələgəlmə. Kristallaşmada rüşeym əmələgəlməsi polimerin ərimə temperaturundan aşağı temperatura kimi soyudulması zamanı nümunənin bütün həcmi boyu nizamsız paylanmış nöqtələrində baş verir.



Tipik dilatometrik əyri (menskin hündürlüyünün (h_t) zaman-
dan (τ) asılılığı). Nümunə T_1 (ərimə baş verən) temperaturundan
 T_2 temperaturuna (kristallaşma temperaturu) qədər soyudulmuş-
dur. Rüşeymlər kristallaşmanın ilk zamanında, verilmiş tempera-
tur alınan vaxt ani surətdə, ya da maye fazada kristallaşma prose-
sinin gedişi müddəti ərzində əmələ gələ bilər. Rüşeymlər iki: ho-
mogen və heterogen tipli olur.

Homogen tipli rüşeym əmələgəlmə. Bu, polimer zəncirləri-
nin sərbəst aqreqasiyasında ərimə temperaturundan aşağı tem-
peraturda baş verir. Belə ki, bu aqreqasiya kritik ölçülü aqreqat
alınan zamanadək dönmə prosesidir. Kritik ölçülü rüşeym alın-
dıqda isə aqreqasiya prosesi vacib olur və bu zaman kristal bö-
yüməyə başlayır.

Heterogen rüşeym əmələgəlmə. Bu həcm boyu xaotik pay-
lanmış, yaxud səthdə yerləşən təsadüfi qarışıqların iştirakı zamanı
baş verir. Heterogen rüşeym əmələgəlmədə kristallaşma tempera-
turu yaranan ən böyüyük mərkəzlərin sayının təyini effektiv olur
və rüşeymlərin sayı zamandan asılı olaraq dəyişmişdir. Rüşeym
əmələgəlmə ya ani, ya da iki kəmiyyətdən: 1) rüşeymlərin qatılı-
ğının kritik qiymət alması üçün tələb olunan vaxtdan; 2) kristal-
laşma prosesinin sona yetməsi üçün lazım olan vaxtdan asılı ola-
raq dövrə baş verə bilər.

Rüşeymlərin qatılılıqlarının kristalların son ölçüsünə təsiri.
Heterogen rüşeym əmələgəlmədə kristalın son orta həcmi ϕ kris-
tallaşmadan sonra polimerin V_∞ həcmindən rüşeymlərin sayına
olan nisbətində bərabərdir:

$$\varphi = \frac{V_{\infty}}{N \cdot V_0} \approx \frac{1}{N}$$

harada ki, N-vahid həcmdə olan rüşeymlərin sayı, V_0 - ərintinin həcmidir.

Homogen rüşeym əmələgəlmə prosesində rüşeymlər bütün proses boyu əmələ gəldiyinə görə onun təsvir olunması çətindir.

Kristalların böyüməsi. Mövcud təsəvvürlərə görə, kristallaşan maddə molekulu soyudulmuş ərinti, məhlul, yaxud buxarda (faza keçidinin şəraitindən asılı olaraq) diffuziya edərək böyüyən kristal sərhəddinə düşür. Sonra isə molekul sərhəddə uyğun, minimal sərbəst enerjiyə müvafiq vəziyyət alınana kimi sürüşməlidir. Bu proses *monoqatın əmələ gəlməsi başa çatana* qədər, nisbətən tez bir zamanda baş verir.

KRİSTALLAŞMA DƏRƏCƏSİ. Kristallaşma dərəcəsi və yaxud kristallıq əmsalı – polimerin hansı hissəsinin (kütlə və ya həcm üzrə) kristallıq olduğunu göstərir. Aşağı molekullu kristal maddələrdən fərqli olaraq, polimer nümunələr praktiki olaraq, tam kristallaşmış olmur. Polimerlərdə kristal sahələrlə yanaşı amorf sahələrin olması müxtəlif fiziki və fiziki-kimyəvi metodlarla (məsələn, mexaniki xassələrin və reaksiyaların kinetikasının tədqiqi, rentgen-struktur analizi və dilatometriya, qaz keçiriciliyin öyrənilməsi zamanı alınan nəticələr, NMR-spektroskopiyası və s.) müşahidə olunur.

Polimerlərdə amorf-kristal strukturun olduğu şübhə yaratmadığı halda, onların qarşılıqlı surətdə yerləşməsi, bir-biri ilə uzlaşması, ümumi kristal qəfəsin daxilində onların növbələşməsi suallar doğurur. Polimerin kristallitlərə və amorf sahələrə bölünməsi və kristallaşma dərəcəsinin təyini ilk yanaşmanın struktur sxemidir.

Polimerin kristal və amorf sahələri müxtəlif xassələrə malikdir. Makromolekulların kip qablaşması nəticəsində kristallitlər yüksək sıxlığa, şüşələnmə temperaturundan yüksək temperaturda aşağı intensivlikli molekulyar hərəkətin inkişafına qadirdir. Kristallitlər istər mexaniki və dielektrik relaksasiya sahəsində, istərsə də NMR sahəsində molekulyar relaksasiyanın digər spektrləri ilə

xarakterizə olunur. Bütün bunlar müxtəlif üsullarla – rentgenoqrafiya, NMR-, İQ-spektroskopiya ilə kristallaşma dərəcəsini təyin etməyə, sıxlığı, istilik tutumunu və s. ölçməyə imkan verir.

Müxtəlif metodların köməyi ilə əldə olunan nəticələr polimerlərin kristallaşma dərəcəsinin makromolekulların quruluşunun müntəzəmliyindən, kristallaşma şəraitindən və emalından asılı olduğunu göstərir. Közərdilmiş nümunələr daha kiçik kristallaşma dərəcəsinə malikdir. Yandırıldıqdan sonra kristallaşma dərəcəsi adətən yüksəlir. Hər-hansı bir polimerin kristallaşma dərəcəsini artırıdıda adətən kristallitlərin ölçüləri də böyüyür.

Kristal nümunənin daxilində polimer makromolekulunun yerləşməsi molekulüstü təşkildən asılı deyildir və monokristallar, kristallitlər üçün eynidir. Polimer kristallitlərin əmələ gəlmə zamanı molekulaların kip qablaşdırma prinsipi həyata keçirilir. Qablaşmanın sıxlığı molekulyar qablaşma əmsalı ilə xarakterizə olunur. Bu əmsal - bütün həcmə hansı hissəsinin molekulalarla məşğul olduğunu göstərir. Qablaşma əmsalı əksər molekulyar kristallitlər üçün $0,65 \div 0,77$ həddində yerləşir, yəni şar və ellipsoidlərin kip qablaşma əmsalına yaxındır. Kristallaşma prosesində aramla aşağı düşən temperaturda çox küncü lamellərdən tutmuş güclü şaxələnmiş dendritlərdək (bütün budaqları kristalloqrafik surətdə bir-biri ilə əlaqədar olan, şaxəli kristallar) müxtəlif aralıq mərhələləri almaq mümkündür.

Kristal halda olan polimerlər (bax, Kristallaşma) məhlullardan və ya ərintidən kristallaşdırma zamanı alınır. Monokristal polimerlərlə yanaşı, həm də kristallitlərdən ibarət polimerlər mövcuddur. Polimerlərin kristallaşma qabiliyyəti bir çox şərtlərdən asılıdır: temperatur və kristallaşma sürəti, termiki davamlılıq, kənar maddələrin iştirakı. Kristallaşma şəraitindən asılı olaraq, hətta bir polimer üçün kristal strukturun çoxlu sayda morfoloji formalarını almaq olar.

Kristallaşan polimerlər arasında yekcins xırda sferolit strukturlu polimerlər daha yüksək istismar–texniki xarakteristikalara malikdir. Sferolitlər – əmələ gəlməsi energetik cəhətdən sərfəli

olan polikristal strukturlardır. Adətən yüksək molekul kütləli polimerlər xırda sferolit struktura malik olur və termiki emalla, ya da süni kristallaşma rüşeymini yeritməklə alınır.

Polimerlərdə manqalar və makromolekul zənciri, eyni zamanda yerləşmiş kristal sahələr üçlü uzaq tərtib ilə xarakterizə olunur. Bu hal anizotrop xassələr ilə fərqlənir. Fazaların ayrıldığı sərhəddə xassələrin sıçrayışı baş verir. Kristal polimerlərdə praktiki olaraq həmişə amorf fazanın payı olur. Çox zaman dislokasiya defektinə rast gəlmək olur. Polimer kristalların alınmasında yaranan çətinliklər və makromolekulların kristal vəziyyətdə xüsusiyyətləri hələ amorf halda mövcud olan üstmolekulyar strukturun müxtəlifliyi ilə bağlıdır.

Amorf sahələr kristal sahələrdən belə tərtibin olmaması, kiçik sıxlıq, müxtəlif agentlərin rahat daxil olması ilə fərqlənir. Amorf sahələrdə şüşələşmə temperaturundan yüksək temperaturda intensiv molekul hərəkətləri başlayır. Halbuki, belə şəraitdə kristal sahələrdə bu hərəkətlər xeyli zəifdir.

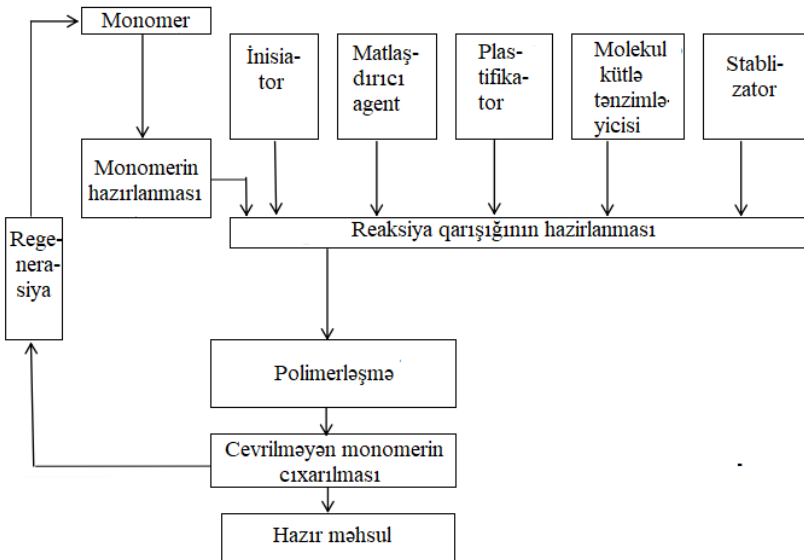
KUN SEQMENTİ – makromolekulun fiziki xassələrini adekvat surətdə modelləşdirən, hipotetik zəncirin statistik elementidir. Kuna görə, makromolekulun həndəsi seqmenti real zəncirin müəyyən sahəsini “əvəz” edir, lakin fəzada makromolekulun qonşu seqmentlərindən asılı olmadan istiqamətlənir. Makromolekulun həndəsi seqmenti A uzunluğu və ya tərkibində olan makromolekul manqaların S sayı və diametri ilə xarakterizə olunur. Bu parametr yalnız xətti zəncirlər üçün istifadə oluna bilər, çünki şaxələnmiş zəncirlər ikidən artıq sonluğa malikdir.

KÜTLƏDƏ POLİMERLƏŞMƏ – həlledici tətbiq edilmədən monomerin polimerləşməsinin aparılma prosesidir. Kütlədə polimerləşməni aparmaq üçün sənayedə tətbiq olunan qurğular dörd əsas qrupa bölünür.

Qarışma reaktorları həm ardıcıl, həm də fasiləsiz prosesləri aparmaq üçün istifadə oluna bilər. Bu, konstruksiya etibarlılığı ilə müxtəlif üfqi və horizontal qarışdırıcı quğularla (kəfkipli, turbinli, diskli və s.) təchiz olunmuş tutum aparatlarıdır. Qarışdırıcılar

yüksək özlüklü mühitlər üçün hesablanmışdır. Reaksiya mühtində lazım olan temperatur köynək vasitəsilə və/və ya istilik daşıyıcını (soyuducunu) sirkulyasiya edən qarışdırıcının boşluğunda yerləşən daxili ilanvari boru vasitəsilə həyata keçirilir. Bəzi hallarda istiliyi artırmaq və istilik balansını qorumaq üçün polimerləşmə prosesini monomeri qaynatmaqla, təzyiqli aparatda müvafiq qaydada tənzimləməklə aparırlar. Reaksiyada izafi istilik sonradan tsiklə qayıda bilən monomer hissəsinin buxarlanmasına sərf olunur.

Sıxışdırma reaktorları (boru, kolon) adətən fasiləsiz proseslərin aparılmasında istifadə olunur. Belə aparatlarda istiliyin kənarlaşdırılması köynək vasitəsilə, kolonlarda isə - quraşdırılmış səthlər vasitəsilə həyata keçirilir. Temperatur qradientinin və reaktor boyu qatılığın olması belə aparatlar üçün səciyyəvidir:



Monomerin kütlədə polimerləşmə sxemi

Kütlədə polimerləşmə üçün tətbiq edilən təzyiqlə intervalı – vakuumdən 200-270 MPa-a qədər olur. Qarışdırma reaktorlarında adətən yekcins tərkibdə məhsul alınır və kaskadın hər pilləsində izotermik prosesə yaxın temperatur rejimi saxlanılır. Bu tip aparatların tətbiqi özlülüyün yüksək həddi [10^2 – 10^3 puaz (pz)] ilə məhdudlaşır.

Kombinə olunmuş qurğular. Bura ardıcıl birləşmiş birinci və ikinci tip reaktorlar daxildir. Bu halda prosesi daha əlverişli idarə etmək təmin olunur.

Polimerləşmə formaları. Bu tip reaksiyalara reagentlərin qarışdırılması baş verməyən və məhsul hazır məmulat halında alınan, müxtəlif ardıcıl və fasiləsiz sürətdə işləyən qurğulardakı proseslər aiddir. Sonuncu formaləşmə mərhələsi çox zaman dövrü sürətdə işləyən qarışdırıcı reaktorda maye forpolimerin alınması ilə nəticələnir.

Polimerləşmə mərhələsindən sonra əksər hallarda polimerin fiziki-kimyəvi xassələrinin pisləşməsinə səbəb ola biləcək, reaksiyaya girməyən monomerin qalığını tərkibindən kənarlaşdırma mərhələsi həyata keçirilir.

Açıq zəncirli sxem. Bu sxem aparatlar sistemindən ibarətdir və reaksiyaya girən bütün komponentlər yalnız bir dəfə bu aparatlardan keçir (axınlı sistem). Çevrilmə dərəcəsi kiçik olduqda, o zaman texnoloji sistemə bir-neçə eyni tip reaktorlar – aparatlar batareyasını qoşmaq lazım gəlir.

Açıq zəncirli polimerləşməyə polimetilmetakrilatın vərəq halında istehsalı misal ola bilər.

Tsiklik sxem ilkin monomerin dəfələrlə reaktora qaytarılmasını nəzərdə tutur. Yüksək təzyiqli polietilenin, polistirolun və s. kütlədə sintezi buna misaldır. Məsələn, polimerləşmə reaktorunda bir tsikl ərzində etilenin polietilenə çevrilmə dərəcəsi az olduğuna görə, texnoloji sxemə xammalın retsikli nəzərdə tutulmuşdur. Bunun sayəsində etilen dəfələrlə reaktor vasitəsilə sirkulyasiya edilir.

Polimerlərin sintezində yekun mərhələ.

Reaktordan çıxan polimer material sonrakı emala göndərilir. Bu emalın xarakteri polimerin faza halından, onun fiziki və kimyəvi xassələrindən asılıdır. İlk baxışda polimerin emalında sadəliyinə görə blokda sintez fərqləndirilir. Bu halda reaktordan çıxan polimer ərinti halında olur. Reaksiyaya girməyən monomerləri qabaqcadan kənarlaşdırmaqla ərintini birbaşa qranullaşdırmaq olur. Ərintidə, qaz fazada sintez, üçlü tikilmiş strukturların alınması prosesləri həlledicisiz və durulaşdırıcısız həyata keçirilir. Polimerlərin sintez proseslərinin böyük hissəsi üçün maye fazadan ayırma və qurutma – mütləq texnoloji mərhələ hesab olunur. Bu mərhələlərin bəzilərini ətraflı nəzərdən keçirəcəyik.

KÜTLƏ-SPEKTROSKOPIYA üsulu polimerin kimyəvi quruluşu, tərkibi və xassələrinin analiz olunan birləşmənin parçalanması zamanı əmələ gələn uçucu maddələrin ionlaşmasından alınan ionların kütləsinin (çox vaxt kütlənin yükə nisbətinin m/e) və miqdarının təyini üsuludur.

Kütlə spektroskopiyaya üsulu qaz-xromatoqrafiya üsulu ilə birligə (xrom-kütlə-spektroskopiyası) kütlə spektroskopiyasına nisbətən polimer molekulunun identifikasiyası üçün çox böyük imkanlar yaradır. Analizin yerinə yetirilməsi tədqiq olunan birləşmənin qızdırılması və vakuum kamerasına yerləşdirilməsi ilə müəyyən olunur. Yaranan buxarlara elektron təsir edir və molekulu bütövlükdə və ya onun fraqmentlərini ionlaşdırır. Hərəkət istiqaməti sürətdən və kütlənin yükə nisbətindən asılıdır. Bu işə nəticədə ionların kütləcə bölünməsinə (elektromaqnit bölünməyə) gətirib çıxarır. Nisbətən iri ionlar kinetik enerjilərinə əsaslanaraq yüngül ionlara nisbətən uzun qövs boyu hərəkət edirlər ki, bu da maddənin identifikasiyası üçün şərait yaradır. Maqnit sahəsindən çıxışda ionlar tutularaq toplanır.

Bu üsul tədqiq olunan nümunənin hansı maddədən və ya maddələr qarışığından ibarət olduğu (keyfiyyət analizi) və bu maddələrin qarışıqda qatılığı (miqdarı analiz) barədə məlumat verir. Bəzən analiz zamanı tədqiq olunan maddə molekullarının hansı fraqmentlərdən və hansı ardıcılıqla təşkil olunduğu barədə məlumat almaq mümkün olur.

Hər bir maddə ionlaşma zamanı adətən kütlə-spektri adlanan müxtəlif kütləli və yüklü ionlar spektri verir. Kütlə-spektri maddənin identifikasiyasını həyata keçirtməyə imkan verən və yalnız ona xas xarakteristikasıdır. Polimerlərin kütlə-spektrini almaq mümkün olmur, çünki polimeri parçalanmadan qaz fazasına keçirtmək mümkün deyil. Buna görə də kütlə-spekrtroskopik tədqiqatlara polimerlərin parçalanma məhsulları uğradılır (çox vaxt piroliz məhsulları). Piroliz məhsullarının tərkibi müəyyən şəraitlərdə kifayət qədər spesifikdir. Bu, kütlə-spekrtroskopiya üsulundan polimerlərin identifikasiyasında, hətta polimer kompozisiyaların tərkibinin tədqiqində istifadə etməyə imkan vermişdir. Məsələn kütlə-spekrtroskopiya üsulu etilen və propilenin birligə polimerlərinin tərkibinin tədqiqində uğurla tətbiq olunmuşdur.

Kütlə-spekrtroskopiya üsulu polimerin tərkibinin tədqiqindən başqa polimerlərdə kimyəvi çevrilmə proseslərinin mexanizm və kinetikasının tədqiqində (uçucu maddələrin əmələ gəlmə sürəti kütlə-spektrində müvafiq piklərin hündürlüyü ilə təyin olunur) geniş tətbiq olunur. Kütlə-spekrtroskopiya üsulunun bir sıra üstün cəhətləri məlumdur: yüksək həssaslıq (bəzi cihazlarda tədqiq olunan maddənin ion mənbəyində $\sim 10^{-12}$ bar buxar təzyiqi yaradan miqdarı belə analiz üçün kifayət edir), analizin yüksək sürəti (bir saniyədə yüzlərlə analiz), qarışıqda hər hansı bir maddəni izləmək imkanı.

Sadalanan bu üstünlüklər polimerlərin termiki, fotokimyəvi və mexaniki destruksiya proseslərində parçalanmanın ilk mərhələlərini tədqiq etməyə imkan yaratmışdır. Bu mənada kütlə-spekrtroskopiya üsulu ilə heç bir fiziki analiz üsulu müqayisə edilə bilməz.

Polimerlərin mexaniki destruksiya prosesini tədqiq edən zaman parçalanma məhsullarının ayrılmasının nümunənin parçalanmasından xeyli əvvəl, yəni yük təsir edən kimi, başladığı müəyyən edilmişdir.

Kütlə-spekrtroskopiya üsulu polimerlərin müxtəlif şüaların təsiri ilə parçalanmasının tədqiqində də tətbiq olunur. Bu halda uçucu maddələrin tərkibinin və əmələ gəlmə kinetikasının eyni

zamanda tədqiqi şüalanmanın polimerlə qarşılıqlı təsirini xarakterizə edən məlumat almağa imkan verir.

– L –

LAK BOYA MATERIALLARI (LBM) maye və ya toz şəklində səthlərə hamar nazik qat halında tətbiq olunan və quruyub bərkidikdən sonra səthə güclü yapışmış təbəqə əmələ gətirən kompozit tərkiblərdir.

Səthi xarici təsirlərdən (su, korroziya, temperatur, zərərli maddələr) qorumaq üçün nəzərdə tutulmuş, ona müəyyən bir görünüş, rəng və faktura verən örtük lak-boya örtüyü adlanır.

Lak-boya materialları aşağıdakı qruplara bölünür: boya, emal, lak, astar, şpaklyovka, antiseptik. Boya, lak, astar və ya şpaklyovka qutularına "şifrə" tətbiq olunur. Qablaşdırmada ilk növbədə materialın adı göstərilməlidir - boya, emal, lak və s. (birinci qrup işarələr). Sonra bankada və ya butulkadakı materialın əsasını göstərən ikinci qrup işarələr gəlir. Bu kimyəvi tərkibdən asılıdır. Məsələn, alkid emal PF-115. PF hərf işarələri emalın pentaftalat əlaqələndirici əsasında hazırlandığını göstərir, ilk rəqəm 1 xarici istifadə üçün, 15 kataloq nömrəsidir.

Əlaqələndiricinin növünə görə boya və lak materialları aşağıdakı hissələrə bölünür:

- polikondensləşmə qatranları əsasında boyalar və laklar:

AU - alkid-uretan;

PU - poliuretan;

QF - qliftal;

FA - fenolalkid;

KO – silisium-üzvi;

FL - fenol;

ML - melamin;

TH - tsikloheksanon;

MP - karbamid;

EP - epoksid;

DP - doymuş poliefir;

EF - etriftal;

PF - pentaftal;

EF - epoksi efir;

DP - doymamış poliefir.

- polimer qatranlarına əsaslanan boya və lak materialları
(LBM):

AK - poliakrilat;

AC - alkid-akril boyaları;

YS – yağ- və alkid stirol;

VA - polivinilasetat;

NP - neft-polimer qatranı;

VL - polivinilasetal;

FP - flüoroplastik;

BC - vinilasetat sopolimerləri;

XV - perxlörövinil;

KC - kauçuk;

XS - vinilxlorid sopolimerləri.

- təbii qatranlar əsasında boya və lak (LBM) materialları:

BT - bitum;

ŞL – şellak;

KF - kanifol;

YAN - kəhrəba;

MA – yağ əsaslı.

- sellüloza efirləri əsasında boya və lak materialları (LBM):

AB—asetobutirat sellüloza;

NS - nitrosellüloza;

AS—sellülozasetat;

ES – etilsellüloza əsaslı.

LAKLAR və TƏSNİFATI. *Laklar*- təbii yaxud sintetik qatranların müxtəlif həlledicilərdə (karbohidrogen, aseton, su, etanol, əlif, yaxud efir yağları) maye yaxud yarımmaye konsistensiyaya halındakı məhlullarıdır. Belə məhlullar hər hansı məmulatın səthində nazik təbəqə şəklində quruduqda xarici fiziki-kimyəvi təsirlərə davamlı möhkəm örtük (boyalardan fərqli olaraq şəffaf)

əmələ gətirirlər. Örtüyün quruması ya həlledicinin buxarlanması, ya da oksidləşdirici-polimerləşmə reaksiyasının getməsi hesabına baş verir.

Laklar şərti olaraq termoplastik və termoreaktiv laklara bölünürlər. Hazırda tərkibində həlledici olmayan laklar mövcuddur. Onların qurumasını tərkibində olan xüsusi maddələr - bərkidicilər, yaxud katalizatorlar iştirakı ilə bərkiyəni oliqomerlər təmin edir.

Lakların istehsalında istifadə olunan müxtəlif qatranlar mövcuddur. Bu qatranlar bir-birindən öz xassələrinə görə fərqlənilir və bu fərq alınan lakın üstün cəhətlərini müəyyən edir. Demək olar ki, bütün qatranlar bitki yağlarında həll olurlar və yalnız çox az qismi efir yağlarında və spirtlərdə həll olur. Xüsusi bərkiyi və çətin əriməsi ilə fərqlənən qatranlar kopal adlanır. Lak istehsalında maye həlledici kimi əksər hallarda adi spirt, skipidarın müxtəlif növləri və kətan yağı istifadə edilir. Bu həlledicilərə görə laklar üç əsas qrupa bölünür: spirtli, skipidarlı, yağlı laklar. Sadalanan hər bir lak qrupunun özünün xarakterik xassələri və təyinatı ilə fərqlənən qatranı olur. Hər bir lak qrupunun istehsalı xüsusi yanaşma qaydaları və ləvazimat tələb edir.

Spirtli laklar – təbii və sintetik qatranların etil yaxud metil spirtindəki məhluludur. Sonuncu həlledici çox nadir hallarda (buxarlarının qismən zəhərli olması səbəbindən) istifadə edilir, əksərən, lakları ucuzlaşdırılmaq üçün etil spirtində məhlul alınır.

Təbii qatranlardan şellak, sandarak, mastika, kanifol və s. istifadə edilir. Qatran toz halına salınaraq 96%-li spirtlə qarışdırılıb balon yaxud butulkalara tökülür. Həllolma otaq temperaturunda müntəzəm olaraq çalxalamaq və qarışdırılmaqla sürətləndirilir. Doymuş məhlul almaq məqsədi ilə qatran artıq götürülür (qatranın artığı dekantasiyadan sonra qabın dibində qalır).

Spirtli laklar hazırlandığı qatrana görə adlandırılır. Belə ki, şellak, sandarak və s. lakları fərqləndirirlər. Mastika sərbəst olaraq tətbiq olunmur, adı çəkilən qatranlarla alt qat kimi istifadə edilir. Mastika alt qat lak örtüyünü yumşaldır, lakin onun parlaqlığını çoxaldır. Spirtlə durulaşdırılmış spirtli lak politur adlanır.

Bundan əlavə, spirtli laklar və politurlar rənginə əsasən də fərqləndirilir. Belə ki, qırmızı, sarı, ağ və müxtəlif rəngli lak-boya materialları vardır. Spirtli laklar taxta məmulatların laklanması və cilalanması üçün nəzərdə tutulmuşdur. Lak qatı atmosfer şəraitinə, nəmliyə, kəskin temperatur dəyişkənliyinə dözmür, qapalı yerlərdə, otaq temperaturunda isə uzun müddət davamlıdır.

Bərkliyə görə birinci yeri şellak lakları tutur, sandarak lakları nisbətən yumşaq laklanma effekti verir, lakin onlar açıq rəngli çalılarda olur. Rəngli laklar anilin boyları ilə rənglənir və adətən mastika qatılmış sandarakda hazırlanır.

Skipidar lakları. Spirtli laklar kimi, qatranları skipidarda həll etməklə hazırlanır. Skipidar laklar rənginə görə ağ və qara olmaqla iki yerə bölünür. Ağ rəngli lakların hazırlanması üçün dammar qatranından, qara lakların hazırlanması üçün asfaltdan istifadə olunur. Dammal lakları adətən rəng çalarlarına görə qiymətləndirilir, ən acıq və demək olar ki, ağ rəngli laklar - emal adlanır. Sarımtıl dammar lakları rəng çalarlarından asılı olaraq üç növ hazırlanır və №1, №2 və №3 kimi işarələnmişdir. Lak nə qədər şəffafdırsa, bir o qədər də qiymətli və №1 olaraq işarələnir. Asfalt laklar qarışdırılan kanifolun (harpius) miqdarından asılı olaraq növlərə bölünür və kanifolun miqdarının çox olması həmin lakların qiymətinin aşağı düşməsinə, keyfiyyətinin azalmasına səbəb olur. Asfalt lakların №1, №2 və №3 sayılı üç növü mövcuddur.

Skipidar laklarının istehsalı adətən yağlı lakların istehsalı ilə bağlıdır. Spirtli lakların istehsalının isə yağlı və skipidar laklarının istehsalı ilə heç bir əlaqəsi yoxdur.

Yağlı laklar çox geniş və rəngarəng tətbiq sahələrinə malik olduqları üçün çoxlu çeşidləri vardır. Yağlı lakların istehsalı üçün - kətan yağı, skipidar və müxtəlif kopal növlərindən istifadə olunur. Kətan yağı əlif kimi istifadə olunur. Skipidar yalnız yüksək təmizlikdə istifadə olunur və adətən lak işində kanifol istehsalında alınan Fransız və Amerika skipidarlarından istifadə olunur. Ən əhəmiyyətli material olan kopallardan - kopala-kauri, kopala-mannilla, Zanzibar, Anqola, Sierra Deona və Qərbi Hindistan (kristal) növləri seçilir.

Yağlı lakların keyfiyyəti və üstünlükləri istifadə edilən bütün materialların seçimindən asılıdır. Yağlı lakların istehsalı spirt və skipidar laklarının istehsalından daha mürəkkəbdir, xüsusi bacarıq, təcrübə və diqqətli müşahidə tələb edir. İstehsal prosesi aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir: əlif yağının hazırlanması, çeşidlənməsi; parçalanması; kopalların əridilməsi; lakın bişirilməsi; durğunlaşması.

Əlif lakları quru, çökmüş kətan yağından hazırlanır. Yağ xüsusi, ağzı açıq mis qazanda 260°C temperatura kimi qızdırılır və əlif bişirilərkən bir az qurğuşun şəkəri (qurğuşun 2-asetat) və manqan borat əlavə edilir. Bişmiş əlif test şüşəsində 18 saat ərzində qurumalıdır, şəffaf, rəngsiz, parlaq və elastik örtük əmələ gəlməlidir. Belə əliflər yalnız kopallar üçün həlledici deyil, həm də lak örtüyünün əsas komponenti sayılır.

Linoksein əlifi kopallarla birləşərək onların kövrəkliyini aradan qaldırır, lak örtüyünə elastiklik və möhkəmlik verir, yağlı lakların sabilliyini təmin edir. Lak əlifləri əvvəlcədən hazırlanaraq çökdürmə çənlərində saxlanılır və yalnız təmiz və çökmüş formada istifadə olunur.

Çeşidlənmiş, xırdalanmış kopal əridilir, sonra isə lakın bişirilməsində istifadə edilir. Əksər yağ lakları bir neçə növ kopalın qarışığından hazırlanır. Müəyyən bir növün hazırlanması üçün onların seçimi və nisbəti fabriklərin sirtidir. Kopalların və qatranların müxtəlifliyi səbəbindən qarışıqların kombinasiyası, tərkibləri çox müxtəlifdir və hər zavodun öz yanaşmaları və reseptləri mövcuddur. Müxtəlif kopallar fərqli sərtliyə və buna görə də fərqli ərimə nöqtələrinə malikdirlər. Zanzibar, Sierra-Leona kimi, 400°C-dən yuxarı temperaturda əriyən kopallar məlumdur, buna görə də əritmə zamanı müəyyən bir temperatur ardıcılığına riayət edilməlidir. Əvvəlcə ərimə qazanına daha yuxarı temperaturda əriyən kopalın bir hissəsi tökülür və yalnız o əridikdən sonra reseptə uyğun olaraq daha aşağı temperaturda əriyən kopallar və digər qatranlar əlavə olunur.

Yağlı lak üçün klassik resept belədir: 4 hissə kopal, 43 hissə əlif və 25 hissə skipidar.

Avtomobil lakı xüsusi əlavələri olan ən yüksək dərəcədə təmizlənmiş çox şəffaf alkid qatranıdır.

Ən yüksək keyfiyyətli HS şəffaf lak - ikinci dərəcəli avtomobil təmiri və dizaynı ilə bağlı işlər üçün istifadə olunur. Bu lak yüksək şəffaflığı ilə səthin keyfiyyətini, parlaqlıq və parıltısını təmin edir. Hava və ultrabənövşəyi şüalara qarşı davamlıdır, əla elastikliyə malikdir.

İnşaat lakları. Bu laklar, üzvi həlledicilərdə və ya suda örtük əmələgətirən maddələrin (qatranlar və ya polimerlər) məhlullarından ibarət olan böyük bir material qrupudur. Quruduqdan sonra onlar sərt, şəffaf (rəngsiz və ya rəngli) bir örtük əmələ gətirirlər.

Əsas bağlayıcının adına görə laklar (bax: Tərkibinə görə lakların təsnifatı):

- alkid;
- bitum,
- poliuretan və alkid-uretan;
- poliakrilat laklarına bölünürlər.

Lakların tərkibinə görə təsnifatı. Tərkibinə görə laklar aşağıdakı qaydada bölünür:

Bitum lakları - müxtəlif qatranlar, yağlar əlavə olunmaqla xüsusi markalı bitumlardan alınır. Quruduqda bitum lakları suya və digər kimyəvi reagentlərə qarşı davamlı olan, qara rəngli örtük əmələ gətirir. Lakin bitum laklarının atmosfer şəraitində antikorroziya xassələri yüksək deyil. Çox vaxt bitum lakları metalların müvəqqəti mühafizəsi üçün tətbiq edilir. Belə ki, onlar digər materiallardan xeyli ucuzdur.

Alkid lakları – məişətdə tətbiq edilən, daha geniş yayılmış laklardır. Alkid lakları - sintetik alkid (pentaftal və yaxud qlifal) qatranlarının üzvi həlledicilərdə məhlulundan ibarətdir. Alkid lakları əsasında alınan örtük bərk olur, şəffafdır, zəif çalarlıdır. Müxtəlif səthlərə qarşı yaxşı adgeziyaya malikdir, suya davamlıdır. Həm xarici, həm də daxili işlər üçün tətbiq edilir (halbuki, adətən xarici işlərin yerinə yetirilməsində laklardan nadir hallarda istifadə olunur).

Bəzən alkid laklarını yağlı laklar adlandırırlar. Bu, düzgün deyildir. Ona görə ki, alkid qatranlarının istehsalı zamanı bitki yağlarından istifadə edilsə də, kimyəvi tərkibinə və quruluşuna görə alkid lakları yağlı laklardan fərqlənir, kompleks xassələrinə görə isə onlardan xeyli üstündür.

Poliuretan və alkid-uretan lakları – çox yüksək mexaniki davamlığa və möhkəmliyə malik örtüklər əmələ gətirir. Parket döşəmələr, mebel, musiqi alətləri bu lakla örtülür.

Poliakrilat lakı – üzvi boyalar əlavə olunmaqla üzvi həlledicilərdə akril birgə polimer məhlulundan ibarətdir. Bu laklar metal, şüşə və müxtəlif növ taxta üzərində dekorativ örtük almaq üçün istifadə olunur. Bu laklar taxta məmulata tələb olunan rəng verir və onun teksturasını vurğulayır, materialı atmosfer təsirindən qoruyur. Müxtəlif rənglərdə buraxılır: rəngsiz-şəffaf, sarı, narıncı, qırmızı, mavi, yaşıl, qəhvəyi.

LATEKS MƏMULATLARI - sintetik və yaxud təbii polimerlərin sulu dispers məhlulundan ibarət olan kolloid sistemlərdir. Polimer makromolekulları lateksdə qlobulyar aqreqatlar halında olur. Latekslərin kolloid sistemi səthi-aktiv maddələrlə (emulqatorlarla) stabilləşdirilmişdir. Latekslərin böyük əksəriyyəti – birbaşa emulsiya polimerləşməsi nəticəsində əmələ gələn elastomerlərin sulu dispersləridir. Bəzi latekslər “hazır” polimerləri suda dispersləşdirilməklə hazırlanır (məsələn, butilkauçuk, sintetik izopren kauçuku). Belə dispersiyalar süni latekslər adlanır. Polimerin kimyəvi tərkibindən asılı olaraq, latekslər butadien-stirol, butadien-nitril, xlorpren və s. bölünürlər.

Lateks zərrəciklərinin forması və ölçüləri ilkin monomerlərin emulsiyalı polimerləşməsi prosesinin qanunauyğunluqları ilə sıx əlaqədardır. Sintetik latekslərin zərrəcikləri çox vaxt sferik və ya ona yaxın formaya malik olur. Lateks qlobulları çox vaxt anion tipli ionogen səthi-aktiv maddələrlə stabilləşdirilir. Zaman ötdükcə və yaxud xüsusi emalın nəticəsində (turşu-qələvi, hidrodinamik, temperatur və s.) lateksli dispersiyada salxımlara bənzər ikili aqreqatlar əmələ gəlir. Sənayenin müxtəlif sahələrində izopren,

butadien, butadien-stirol, butadien-metilstirol, xlorpren, izobutilen-izopren, karboksilat, akril, uretan və digər latekslərdən geniş istifadə olunur.

Lateksin tərkibində yüksək miqdarda quru maddə olduqda qlobulun ölçüsü lateksin özlülüyünə, həmçinin onun stabilliyinə əhəmiyyətli surətdə təsir göstərir. Qlobulun ölçüsü kiçik olduqca, quru qalıq yüksək olur (18-75 %).

Lateksin özlülüyü nəinki qlobulun ölçüsündən, habelə alınma ölçüsündən, qatılıqdan, emulqatorun tipindən və qatılığından asılıdır. Qatılığı 30%-dən yuxarı olan latekslər özünü qeyri-nyuton mayeləri kimi aparır.

Latekslərin aqreqat halında mühüm amil – qlobulun səthinin emulqatorla doyma dərəcəsidir. Onu təyin etmək üçün elektrik keçiriciliyinə və səthi gərilməyə nəzarət olunmaqla lateks emulqator məhlulu ilə titrlənir. Latekslərin əksəriyyəti $\text{pH} > 7$ şəraitində stabil olur, belə ki, yalnız bu mühitdə güclü turşu (sulfonlar) əsaslı emulqatorla stabilləşdirilmiş latekslər özünün səthi-aktiv xassələrini büruzə verirlər.

Latekslərin aqreqat halının stabilliyi polimerin xassələrindən də asılıdır. Belə ki, polimerdə kifayət qədər funksional qruplar olduqda emulqatorsuz stabil latekslər almaq olur. Saxlama zamanı polimerin kimyəvi reaksiyası nəticəsində latekslər aqreqat stabilliyini itirə bilər. Latekslərin kimyəvi stabilliyi koaqulyasiya həddi adlanan, lateksin koaqulyasiyasına səbəb olan, elektrolitin kritik qatılığı üzrə müəyyən olunur.

Latekslərin alınması zamanı çox vaxt anion aktiv emulqatorlar (təbii və ya sintetik ali yağ turşularının ammonium duzları, turşuların kalium duzları, kanifol, natrium alkilsulfonat, natrium dibutilnaftalinsulfonat – nekal) tətbiq edilir.

Lateks məmulatların alınmasının texnoloji prosesi aşağıdakı əsas mərhələlərdən ibarətdir:

1) lateks qarışığının hazırlanması. Qarışığa adi rezin qarışığı inqredientlərindən başqa, lateksdə inqredientlərin dispersləşməsini yüngülləşdirmək və saxlanılma zamanı qarışığa davamlılıq

vermək üçün səthi aktiv maddələr, habelə qatılaşıdırıcılar, antiseptiklər, köpüksöndürücülər və s. daxil edilir;

2) lateks məmulatların-gelin yarımfabrikatının alınması;

3) gelin sıxlaşdırılması (sinerezis) və lateks məmulatların vulkanlaşdırılması.

LİFLİ SAP (Voloknit) termoreaktiv qatranla hopdurulmuş və preslənmiş lifdən ibarət materialdır. Lifli sap məhsulları yüksək zərbəyə davamlılıqla xarakterizə olunur.

Uzun pambıq, sizal, djut, kənaf və s. liflər lifli saplar üçün doldurucu kimi istifadə edirlər. Bundan əlavə kağız parçaları və ya taxta parçaları, nazik talaşalar (bəzən onlar əvvəlcədən liflərə bölünür), parça tikələri (tekstolit çipləri adlanır) və kord sapları (kord lifləri alınır) istifadə olunur.

Doldurucu və bağlayıcıdan lifli sapların tərkibində olein turşusu (plastikləşdirici), talk (presləmə zamanı axıcılığı və suya davamlılığı artırır), əhəng, maqnezium oksidi və ya urotropin (qatranın bərkiməsinin sürətləndiricisi kimi), qrafit (lif sap məmulatlarının aşınma müqavimətini artırır) mövcuddur. Lifli sapların xassələri əsasən doldurucunun növü ilə müəyyən edilir.

Lifli saplardan hazırlanan detallar cihazlarda, maşınqayırmada (cihazlar üçün futlyarlar, korpuslar və qapaqlar, dişli çarxlar, kran başlıqları və s.), tikintidə (qapı tutacaqları, panellər, armaturlar və s.) istifadə olunur.

Kimyəvi liflərdən hazırlanan lifli saplar yüksək dartılma möhkəmliyinə (1200 MN/m^2 -ə qədər), qırılma zamanı əhəmiyyətli dərəcədə uzanmaya, çox yaxşı forma möhkəmliyinə, çoxsaylı və dəyişən yüklənmələrə qarşı möhkəmliyə, işığa, nəmə, kif, bakteriyaya qarşı və kimyəvi, termiki stabilliyə malikdirlər.

Kimyəvi lifli sapların fiziki-mexaniki və fiziki-kimyəvi xassələri qəlibləmə, dartılma, termiki emal zamanı və həmçinin ilkin xammalın (polimerin) eləcə də lifin modifikasiyası nəticəsində dəyişdirilə bilər. Bu lif əmələ gətirə bilən bir polimerdən müxtəlif tekstil və digər xassələrə malik kimyəvi lif saplar yaratmağa imkan verir.

LİQNİN odunlaşmış bitki örtüyü və sellüloza liflərini bir arada saxlayan təbii polimerdir. Liqnin damarlı bitkilərin və bəzi yosunların hüceyrələrində olan mürəkkəb polimer birləşməsidir. Ağacda liqninin miqdarı təxminən 30% -dir.

Liqnin nizamsız quruluşlu şaxələnmiş makromolekullu polimerdir. Tərkibində müxtəlif funksional qruplar var (metoksi, müxtəlif təbiətli hidrosil, spirt, sulfo qrupu, keton, aldehid qrupları, ikiqat rabitələr və s.). Liqnin makromolekulunun monomerləri fenilpropan (FP) adlanır, çünki bu struktur vahidləri fenilpropanın törəmələridir.

Liqninin müxtəlif növləri çox sayda aktiv funksional qruplardan ibarət olduğuna görə çoxsaylı kimyəvi çevrilmələrə məruz qala bilər.

"LOTOS EFFEKTİ" lotos növünə aid bitkilərin, nastursiya, adi qamış və kolumbin kimi digər bitkilərin yarpaq və ləçəklərində müşahidə olunan ən aşağı islanma effektidir.

Lotos effekti həm səthin mikrostrukturunun xüsusiyyətlərinə, həm də yüksək hidrofobluğuna görə baş verir. Bu effektin bioloji əhəmiyyəti bitkinin mikroorqanizmlər, göbələklər və yosunların təsirindən qorunmasındadır.

Əlavə effekt özünü təmizləmə, fotosintezin daha yüksək səmərəliliyindədir. Lotos effekti 1990-cı illərdə alman botaniki Vilhelm Bartlott tərəfindən kəşf edilsə də, lotos yarpaqlarının xassələri çox əvvəldən məlum idi. Bu effekti öyrənmək üçün istifadə edilən praktiki istiqamətlərdən biri də superhidrofobik materialların yaradılmasıdır. Yüksək səthi gərilmə nəticəsində su damcılarını sferik formada toplanaraq səth sahəsini azaldırlar. Maye səthlə təmasda olduqda, yapışan qüvvələr səthin islanmasına səbəb olur. İslanma dərəcəsi səth quruluşundan və maye damcısının gərginliyindən asılıdır.

Lotos ləçəkləri mikroskopik dərəcədə kiçik olan cırıntılar və əlavə olaraq bitkinin toxumalarında əmələ gələn mum təbəqə ilə örtülmüşdür. Lotos effekti təsadüfi deyil, təkamül nəticəsində və

bitkilərin yaşamaq uğrunda mübarizəsindən yaranıb. Lotos effekti bu cür səthlərdə patogen maddələrin əmələ gəlməsinə mane olur və sporlar yağışla asanlıqla yuyulur.

Lotos effekti yalnız bitkilərin fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri və xassələrinə əsaslandığından və təkcə canlı sistemlə bağlı olmadığından, özünü təmizləyən səthlər texniki olaraq bütün növ materiallar üçün istehsal edilə bilər. Məhz buna görə də son vaxtlar çirklənməyə davamlı, özünü təmizləyən səthlərin və örtüklərin hazırlanması və istehsalı üzrə tədqiqatlar aparılır. Yəni nanotexnologiya sayəsində binaların fasadlarına və digər səthlərə tətbiq edildikdə çirklənmənin qarşısını alan örtüklər və boyalar əldə edilir.

– M –

MAKROİONLAR tərkibində funksional ion qrupları saxlayan makromolekullardır. Bununla yanaşı, polielektrolitlərin ionlaşmış makromolekulları, poliionlar makromolekullara aid edilmir. Polielektrolitlər monomer manqaları elektrolitik dissosiasiya qabiliyyətinə malik polimerlərdir. Bu zaman məhlulda makroionlar (polianionlar və ya polikationlar) və aşağı molekül kütləli əks ionlar (kationlar və ya anionlar) əmələ gəlir. İon polimerləşmə prosesində zəncirin bir və ya hər iki sonluğunda kation və ya anion mənşəli aktiv mərkəzlər (karbkation və karbanion) daşıyan uzanan zəncirlər makroionlara aiddirlər. Makroionların əmələ gəlməsinin aktivləşməsi üçün polimerləşmə sistemə polyar xassəli müxtəlif inisiatorlar əlavə olunur və yaxud sistemə ionlaşdırıcı şualar və ya elektrik cərəyanı vasitəsi ilə təsir edilir. Böyüyən makroionlar bir qayda olaraq müxtəlif qarışıqlarla (su, oksigen və s.) fəal reaksiyaya girirlər, ona görə də onlarla işləyən zaman reagentləri və qurğuları çox diqqətlə təmizləmək lazımdır. Üzvi həlledici mühitində ion polimerləşməsinin aktiv mərkəzləri sərbəst ionlar şəklində yox, müvafiq əks işarəli ionlarla (əks ionlar) ion çütlükləri və ya polyarlaşmış kovalent rabitəli mole-

kullar əmələ gətirmiş şəkildə olurlar. Polimer bu və ya digər dərəcəli karbokation və karboionların böyük əksəriyyəti onların tam dezaktivləşməsinə (əks ionlarla rekombinasiya, protonun və ya hidrid-ionun qopması) və ya nisbətən az aktivliyə malik formaya (izomerləşmə) keçməsinə gətirib çıxaran müxtəlif spontan xarakterli reaksiyalarla xarakterizə olunurlar. Karbanionların yaşama müddəti müxtəlif karbkationlara nisbətən çoxdur. İon qrupları makrozəncirindən kənarında yerləşən makroionlardan əlavə, daxili monomer manqalarının tərkibində ion qruplarına malik makroionlar da mövcuddur. Bu cür makroionlar polimer-metal komplekslərinin əmələ gəlməsi zamanı alınır və calaq tikilmiş sopolimerlərin sintezində aralıq məhsul kimi, müxtəlif funksional qrupların polimerə daxil edilməsində istifadə edirlər.

Polielektrolitlər koaqulyant və flokulyant kimi tullantı və sənaye sularının təmizlənməsində, mineral xammalın zənginləşdirilməsində və s. istifadə olunur. Polielektrolitlərin şişməsi sulu məhlulların özlülüyünün artmasını təmin edir. Polielektrolitlər sulu maye mühitlər üçün yaxşı qatılaşdırıcı və gələmələgətiricidirlər (şampunlar, pastalar, gellər, mazlar və s.).

MAKROMOLEKUL. Hərfi mənada "makromolekul" "nə-həng molekul" deməkdir. Lakin, polimerlərin müasir fiziki kimyasında kifayət qədər çox sayda atomun bir yerə toplanması makromolekul sayılmır. Makromolekul - polimer, yüksəkmolekullu birləşmə deməkdir. Bu yanaşmada artıq ən sadə struktur elementlərinin makromolekulda birləşdirilməsinin xüsusi üsuluna dair tələb nəzərdə tutulmuş olur. Bu üsul eyni struktur vahidinin (manqanın) təkrarlanmasından və ya kifayət qədər fərqli struktur vahidlərinin növbələşməsindən ibarətdir. Xətti makromolekulun ən sadə vizual modeli eyni (homopolimer) və ya fərqli (sopolimer) muncuqlardan ibarət boyunbağıdır. "Makromolekul"-un sinonimi kimi "polimer molekulu" və ya "meqamolekul" ifadələrindən istifadə olunur.

Əgər makromolekulları sintez edərkən reaksiya zamanı aşağı molekullu birləşmə ayrılırsa, zəncirin təkrarlanan manqası ilkin komponentlərdən fərqlənəcəkdir. Nadir hallarda təkrarlanan

manqa atomdur, məsələn, nS - kükürd polimerində. Şaxələnməmiş makromolekullar xətti və tikili makromolekullar arasında aralıq formadır. Müəyyən olunmuş şəraitdə ən sadə reaksiya belə xətti deyil, şaxələnməmiş makromolekulların əmələ gəlməsi ilə nəticələnmə bilər. Bu zaman şaxələnməmiş hissə əsas zəncirin uzunluğu ilə eyni uzunluğa malik (uzun zəncirli şaxələnmə) və ya yalnız bir neçə təkrarlanan manqadan (qısa zəncirli şaxələnmə) ibarət ola bilər. Xətti makromolekullara misal olaraq təbii kauçuk, müntəzəm polietilen, poliamidlər, sellüloza makromolekullarını və s. göstərmək olar. Sintetik şaxələnməmiş makromolekullara misal olaraq yüksək təzyiqdə alınan polietiləni göstərmək olar. Çalaq sopolimerlər tri- və ya tetrafunksional monomerin iştirakı ilə, polikondensləşmə yolu ilə sintez edilən polimerlərdir. Belə polimerlərə misal olaraq amilopektini (şaxələnməmiş komponent - nişasta), qlikogen və s. göstərmək olar. Tikili makromolekullar kimyəvi proseslərin (vulkanizasiya, strukturlaşma) təsiri altında polimerləşmə və ya polikondensləşmə proseslərində makromolekullar arasında çarpaz əlaqələrin əmələ gəlməsi ilə və ya əvvəlcədən sintez edilmiş xətti və ya yüksək şaxələnməmiş polimerlərin ionlaşdırıcı şüalanmasından alınır.

Mangaların yerləşmə qaydası makromolekulların ən əsas struktur xüsusiyyətidir. Bir qayda olaraq, bu polimerin makroskopik həcmində makromolekulun kristallaşma qabiliyyətini müəyyənləşdirir. Bununla belə, manqaların yerləşməsində pozuntuların olmaması kristallaşma üçün vacib, lakin kifayətedici şərt deyildir. Manqaların sırası və növbələnməsi makromolekulların ilkin quruluşu adlanır. Çox vaxt ilkin quruluşda zəncirin yalnız müəyyən hissələri stereomüntəzəm olur. Belə natamam stereomüntəzəmliyin xarakterik xüsusiyyəti stereomüntəzəmlik dərəcəsidir və zəncirin stereomüntəzəm sahəsinə daxil olan manqaların sayının manqaların ümumi sayına nisbəti ilə müəyyən edilir. Stereomüntəzəmlik dərəcəsi ilə yanaşı "taktiklik" anlayışı geniş istifadə olunur, hansı ki, stereomüntəzəmlik dərəcəsinə, təbiətini (izo-, sindio- və ya digər növlər) və stereomüntəzəm sahələrin növbələnməsinin təbiətini özündə əks etdirir.

MAKROMOLEKULLARIN KİMYƏVİ QURULUŞU –

bu, atomların bir-birinə nisbətdə və əsas polimer zəncirinə münasibətdə fəzavi yerləşməsidir. Makromolekulların əsas zəncirinin kimyəvi quruluşuna görə polimerlər bir neçə sinfə ayrılır. Polimerin makromolekulunun zənciri karbon atomlarından təşkil olunarsa, *polimer üzvi* adlanır. Əgər zəncir bir-birilə kimyəvi rabitə ilə birləşmiş karbon atomlarından və silisium, maqnezium, fosfor, alüminium kimi digər atomlardan təşkil olunubsa, *polimer element-üzvi* adlanır.

Zəncirdə və yan qruplarda karbon atomu yoxdursa, o zaman *polimer qeyri-üzvi* adlanır.

Üzvi polimerlər alındıqları monomer tipləri üzrə sinifləşdirilir.

Polimer makromolekulun əsas zənciri yalnız karbon atomu saxlayırsa, o zaman *polimer karbonzəncirli* adlanır. Bu zaman yan qrupların tərkibində hidrogen, oksigen, azot, kükürd atomları da ola bilər.

Əgər polimerin əsas zənciri karbon və oksigendən, karbon və azotdan, karbon və kükürddən ibarət olarsa, belə *polimer heterozəncirli* adlanır.

Əgər halogenlər, oksigen, azot, kükürd atomlu funksional qruplar əsas zəncirdə deyil, yan şaxələrdə yerləşərsə, polimer karbonzəncirli makromolekullara aid olur. Heterozəncirli polimerlərdə heteroatom (O, N, S) əsas zəncirə daxil olarsa – bunlar poliefirlər, polisulfidlər, polietilentereftalatlar, polikapramidlər və s. adlanırlar.

Makromolekulların kristal törəmələrinin, məsələn, sferolitlərin dəyişməyən ümumi kristallaşma dərəcəsinə ölçülərinin böyüməsi parçalayıcı deformasiyanın və polimerin fiziki-mexaniki xarakteristikalarının aşağı düşməsinə gətirib çıxarır. Kristallaşma dərəcəsinin artırılması möhkəmlik göstəricilərinin yüksəlməsinə səbəb olur. Elastomerlərdə möhkəmlik göstəriciləri fəza torunun sıxlığının artması ilə yüksəlir. Tikilmə sıxlığının yüksəlməsi ilə polimerlərin mexaniki göstəriciləri asimptotik surətdə müəyyən həddə yaxınlaşır. Optimal sıxlığa nail olduqdan sonra möhkəmlik

azalmağa başlayır, çünki bu halda molekulyar zəncirin mütəhərrikliyi məhdudlaşır, dartılma zamanı onların orientasiya qabiliyyəti azalır. Bu isə, öz növbəsində, fəza torunun defektliyinin çoxalmasına gətirib çıxarır.

MAKROMOLEKULLARIN KONFİQRASIYASI.

Atomların makromolekulda müvafiq rabitələrin uzunluğu və valent bucaqlarının göstəricisi ilə təyin olunan fəzavi paylanması makromolekulun konfiqurasiyası adlanır. Konfiqurasiya hər hansı bir rabitə və ya bucaq dəyişmədən, yəni kimyəvi reaksiya baş vermədən, dəyişdirilə bilməz.

Makromolekulun ölçü və formasının çox geniş interval həddində dəyişmə qabiliyyəti polimerin çox vaxt bütün mexaniki və termodinamiki xassələrini müəyyən edən vacib fiziki xassəsidir. Bu onunla əlaqədardır ki, makromolekulu müəyyən mənada öz “individuallığını” saxlayan, başqa sözlə, həlledici və ya makromolekulun digər manqaları ilə qarşılıqlı təsir xüsusiyyətini saxlayan, uzanan zəncir boyu saydıqda aktiv mərkəzlərdən çox-çox aralı olan sadə elementlər toplusundan ibarət (təkrarlanan manqalar) kiçik fiziki cisim kimi qəbul etmək olar. Elementlərin bu cür rabitələnmiş toplusu kifayət qədər yüksək polimerləşmə dərəcəsinə kiçik sistemlərin termodinamikasının statistik qanunlarına tabe olur. Makromolekulun məhlulda özünü aparma termodinamikası (bəzi müəyyənədicilərin xüsusiyyətlərinə görə) məhlulun ümumilikdə özünü aparmasından tam fərqlənir.

MAKROMOLEKULLARIN TƏŞKİLİ SİSTEMİ. Polimerlərin istənilən makromolekul sistemini onun təşkilinin molekulyar, molekulyar və topoloji səviyyəsi ilə xarakterizə etmək olar.

Polimerlərin molekulyar təşkili səviyyəsi – təkrarlanan makromolekul manqalarının element tərkibi, əsas zəncirin ətrafında əvəzləyicilərin yerləşməsi üzrə stereokimyəvi xarakteristikası və yaxud zəncirin struktur elementlərinin ikiqat rabitələrə nisbətən yerləşməsi, makromolekulda kimyəvi və stereokimyəvi cəhətdən fərqlənən manqaların növbə ilə dəyişilmə qaydası, onların birləş-

mə tərz, makromolekulların qrup sonluqlarının xarakteri və onların paylanmasıdır. Bu parametrlər polimerin alınma şəraiti, makromolekulların sintez mexanizmi ilə təyin edilir.

Polimerlərin molekulüstü təşkili makromolekulların bir-biri ilə molekullararası qarşılıqlı təsirini, onların qarşılıqlı yerləşməsində nizamlılığını nəzərə alır. Sonuncu yalnız polimerin sintez üsulu ilə deyil, həm də emal üsulu ilə təyin edilir.

Polimerin topoloji təşkil səviyyəsi onun molekul–kütlə paylanması tərzini (MKP) ifadə edir və MKP funksiyası ilə xarakterizə olunur. Şaxəli və torlu polimer isə üstəlik şaxələnmə və ya şəbəkə qovşaqları arasındakı zəncir sahələri funksiyası ilə də xarakterizə olunur. Beləliklə, polimerin topoloji təşkil səviyyəsi onun element struktur bağlılığını xarakterizə edir və müxtəlif üsullarla, o cümlədən qrafik şəklində miqdarı olaraq təsvir oluna bilər. Bu təsvir makromolekulun konkret kimyəvi quruluşundan və onun elementlərinin fəzada yerləşməsindən fərqlidir.

MAKROMOLEKULUN ELASTİKLİYİ - müxtəlif təbiətli xarici qüvvələrin təsiri ilə fəza formasını dəyişmə və çox asanlıqla bu formanın bərpa olunma qabiliyyətidir.

Makromolekul zəncirinin elastikliyi bir çox cəhətdən polimerlərin xüsusiyyətlərini müəyyənləşdirən əsas parametrdir və bu baxımdan onun formal və ya analitik təsviri proqnoz xarakteri daşıyır.

Elastiklik dərəcəsi polimerlərin supramolekulyar quruluşunun formalaşmasına təsir göstərir, onların reoloji, termo-fiziki, fiziki-mexaniki xüsusiyyətlərini və emalının texnoloji rejimini müəyyən edir.

Makromolekulların elastikliyi onların kovalent σ -rabitələri ətrafında daxili fırlanma və qonşu σ -rabitələrin müəyyən bucaq altında olması ($\pi - \theta$) ilə müəyyən olunur.

Daxili fırlanma atomları arasında tək qat kovalent rabitə (σ – rabitəsi) mövcud olan birləşmələrdə mümkündür (məsələn karbon zəncirli polimerlərdə C–C rabitəsi).

C–C-rabitəsinə nisbətən qonşu C–C-rabitəsi valent bucağı adlanan müəyyən ($\pi - \theta$) bucaq altında yerləşir. Əksər karbon

zəncirli polimerlər üçün bu bucağın ölçüsü $109^{\circ}28'$ -yə yaxındır. Makromolekulun müxtəlif fəza formaları, onların arasındakı keçidlər kimyəvi rabitənin parçalanması ilə əlaqəli deyilsə konformasiya, keçidlər isə – konformasiya keçidləri adlanır.

Termodinamiki əyilmə qabiliyyəti əsən zəncirin kimyəvi quruluşu ilə müəyyən olunur. Bu faktor zəncirin elastikliyinə nisbətən güclü təsir göstərir. İkiqat rabitənin təbiəti elədir ki, onun ətrafında fırlanma mümkün deyil, deməli ikiqat rabitə termodinamiki elastikliyə malik deyil. Polimerin əsas zəncirində π -rabitənin olması onun elastikliyi olduqca məhdudlaşdırır. Analoji olaraq əsas zəncirdə hər hansı tsiklik fraqmentlərin (fenil, imid, pironoz və s.) olması elastikliyi olduqca aşağı salır. Bu isə tsiklin daxilində fırlanmanın mümkün olmaması ilə izah olunur.

Zəncirin kinetik elastikliyinə təsir edən faktorlara onun bir energetik səviyyəli konformasiya vəziyyətindən digərinə keçid vaxtının dəyişməsinə təsir edən bütün faktorlar aiddir.

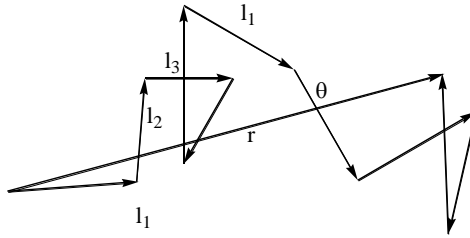
Əsas zəncir atomlarında həcmcə böyük əvəzləyicilərin mövcudluğu sterik faktorlara görə fırlanmanın potensial baryerini yüksəldir. Bu isə öz növbəsində makromolekul zəncirinin elastikliyi azaldır.

Polimerdə polyar rabitəli yan əvəzedicilərin mövcudluğu həm qonşu, həm də bir-birindən uzaqda yerləşmiş atom və qruplar arasındakı elektrostatik qarşılıqlı təsiri yüksəldir. Bu isə öz növbəsində əsas zəncirin siqma rabitəsinin ətrafında fırlanmanın energetik baryerini yüksəldir və makromolekulun elastikliyi azaldır. Makromolekullar arasında tikici rabitələrin əmələ gəlməsi fırlanmada iştirak edən molekul fraqmentlərinin energetik baryerini kəskin yüksəldir və nəticədə zəncirin tikili hissəsinin hərəkətliliyi məhdudlaşır. Makromolekullar arasında tikici rabitələrin çox sayda olması bütün makromolekullun elastikliyi kəskin azaldır. Zəncirdə karbohidrogen radikalının ölçüsünün və miqdarının kiçilməsi, efir rabitələrinin sayının artması ilə zəncirin elastikliyi nəzərə carpacaq dərəcədə yüksəlir.

Zəncirin elastikliyinə termodinamik və kinetik aspektləri qeyd etmək olar. Cəmiyi iki termodinamik əlverişli konformasiya

vəziyyətlərinin olması makromolekulun bir vəziyyətdən digərinə keçidinin mümkünlüyünü, yəni əyilməni, qatlanmanı təmin edir. Makromolekulun elastikliyi haqqında bu mülafizə *termodinamik mülahizə* adlandırılır. Bu, makromolekulun əyilməsinin potensial mümkünlüyünü müəyyən edir. Termodinamik əyilmə qabiliyyəti əsasən zəncirin kimyəvi quruluşu ilə müəyyən olunur.

Molekul daxili fırlanma və onun sürətinin azalmasının zəncirin elastikliyinə təsiri barədə əyani təsəvvürü makromolekul zəncirinin quruluşu haqqındakı model anlayışı doğurur. Makromolekulun elastikliyinə nəzəri hesablanması üçün bir necə model mövcuddur. Bu modellərdən ən sadəsi – bir-birinə nisbətən sərbəst fırlanan müəyyən uzunluqlu n sayda manqalardan ibarət sərbəst birləşmiş zəncir modelidir. Belə şərti zəncir statik xarakter daşıyır və təsadüfi kəmiyyətlərlə ifadə olunur.



Sərbəst birləşmiş zəncirin sxemi

Bu zəncirin ölçü parametrlərinə aşağıdakıları aid etmək olar:

- sərbəst birləşmiş zəncirin hidrodinamik uzunluğu;
- zəncirin L sonluqları arasındakı orta kvadratik məsafə;

$$\langle h^2 \rangle = nL^2;$$

– orta kvadratik inersiya radiusunu, yaxud makromolekulun ağırlıq mərkəzindən hər bir K un seqmentinə qədər olan məsafə;

$$\langle R^2 \rangle = \frac{1}{6} \langle h^2 \rangle = \frac{Nl^2}{6} \text{ və ya}$$

$$\langle h^2 \rangle = A\sqrt{N}, \text{ və } \langle R^2 \rangle = \frac{A\sqrt{N}}{6}$$

burada, N – A uzunluqlu K un seqmentlərinin sayı;

– α qıvrılma, burulma dərəcəsi zəncirin sonluqları arasındakı hidrodinamik uzunluğun orta kvadratik məsafəyə olan nisbəti

$$\alpha = \frac{L}{(h^2)} = \frac{AN}{A\sqrt{N}} = \sqrt{N}$$

Zəncirin sərtliyinin termodinamik parametrlərinə aşağıdakılar aiddir:

– sərtlik parametri – σ , zəncirin real və sərbəst birləşmiş sonluqları arasındakı orta kvadratik məsafələrin nisbəti

$$\sigma = \frac{(h_p^2)^{1/2}}{(h_\alpha^2)^{1/2}} = \frac{1 + \cos\varphi}{1 - \cos\varphi}$$

Zəncirin elastikliyi nə qədər çox olarsa daxili fırlanma bucağı – φ və σ bir o qədər kiçik olur;

– Kun seqmentinin uzunluğu elastiklik artdıqca azalır;

– Flori parametri f_0 - yaxud elastik zəncirlərin payı

$$f_0 = \frac{(z-2)\exp(-\frac{\epsilon}{kT})}{1+(z-2)\exp(-\frac{\epsilon}{kT})}$$

burada, z – torun koordinasiya ədədi; ϵ -elastik (bürülmüş) və sərt (kolinear) konformasiyaların sərbəst enerjilərinin fərqi, başqa sözlə mil şəkilli (ilkin vəziyyətdə) molekulun bir dəfə qırılma enerjisi. Tərkibində elastik rabitə olan sadə poliefir molekullarının da f_0 göstəricisi kiçik olur.

MAKROMOLEKULUN KOMFORMASİYASI. Makromolekulda atomların fəza düzülüşündən yaranan həndəsi forma konformasiya adlanır. Konformasiya atom yaxud atom qrupları arasındakı kimyəvi rabitələr qırılmadan, onların istilik hərəkəti nəticəsində dəyişə bilər. Konformasiyanın aşağıdakı növləri mövcuddur:

- *tormozlanmış konformasiyada* (yaxud transoid konformasiya) – bir atom əvəzləyiciləri proyeksiyada digər atomun əvəzləyiciləri arasında yerləşir, yəni fəzada əvəzləyicilər bir-birindən çox uzaqda yerləşirlər. Belə konformasiyalar ən aşağı enerjiliyə malik olur;

- *qismən üst-üstə düşmüş konformasiyada* (və yaxud sistoid konformasiya) - əvəzləyicilər sanki biri o birini örtür, yaxud bir-birinə nisbətən daha yaxın məsafədə yerləşirlər. Belə konformasiyalar ən yüksək enerjiliyə malik olur;

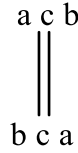
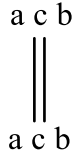
- *sürüşmüş konformasiya* (və yaxud “qoş” konformasiyası) tərkibində $R_3C-C(Y)=X$ (eyni yaxud müxtəlif R qrupları ilə) qrupları olan quruluş üçün fırlanma bucağı X -in R qrupunun biri ilə proyeksiyada antiperiplanar vəziyyətində olduğu qiymət alır. R-C-R bucaqlarının birində $C=X$ Nyuman ikiqat rabitəsi yarıya bölünür. Belə quruluşda C-Y rabitəsi qismən C-R rabitələrindən biri ilə üst-üstə düşür. Cərgəli konformasiyada X R qrupunun biri ilə sinperiplanar vəziyyətdə olur.

Makromolekul təkrarlanan monomer və struktur vahidində eyni funksional qruplardan təşkil olunur.

Polimer zəncirinin qlobulyar konformasiyası polimerin həcmi payı vahidə bərabər olan sıx konformasiyadır (əgər polimerin payı vahidə yaxındırsa qlobula sıx konformasiya, vahiddən nəzərə çarpacaq dərəcədə azdırsa, məsaməli qlobula adlanır). Polimer manqalarının bir-biri ilə, yaxud ətraf mühit ilə, məsələn həlledici ilə qarşılıqlı təsiri manqaların qarşılıqlı cazibəsi ilə nəticələndikdə qlobulyar vəziyyət yaranır.

Polimerin kristallaşmasının vacib şərtlərindən biri də konformasiyanın sistemliliyidir. Konfigurasiyadan fərqli olaraq, konformasiya dəyişkən xarakterlidir, sistemli konformasiyanın yaranması üçün müəyyən tarazlıq şəraitindən (termodinamiki) başqa, həm də quruluş relaksasiya müddəti (molekul kütləsindən, makromolekulun elastikliyindən asılı) tələb olunur. Buna görə də, kristallaşma kinetikasi soyudulma dərəcəsi, soyudulma sürəti və ya həlledicinin tərkibinin dəyişməsi, mexaniki, yaxud elektrik sahəsinin mövcudluğu və s. kimi kompleks şərait faktorlarından asılıdır. Orta molekul kütləsi (polimerləşmə dərəcəsi), konfigurasiya, eləcə də, makromolekulun elastikliyi izolə edilmiş makromolekulların ölçü, forma, formanın ani, yaxud məcburu dəyişməsi kimi fiziki xassələrini müəyyən edir. Çox vaxt sadalanan xassələr “makromolekulyar xarakteristika” adı altında ifadə olunur.

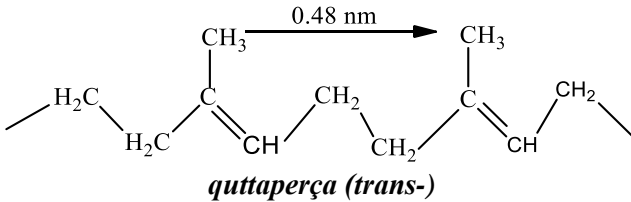
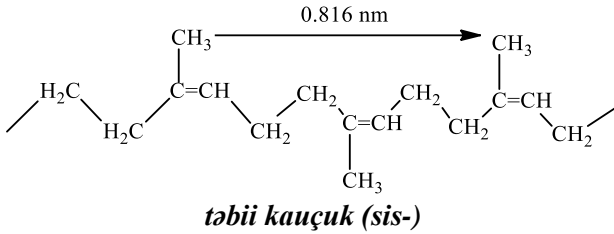
İzomerlər ikiqat rabitəyə nəzərən əvəzləyicilərin yerləşməsinə görə xarakterizə olunur:



sis-

trans-

Sis- yaxud *trans-*polimerlərdə atomların yerləşməsi ikiqat rəbitəli təkrarlanan bütün mənzillər üçün xarakterikdir. Bu makromolekulun bütün quruluşuna iz qoyur:



Yuxarıdakı sxemdən görünür ki, konfigurasiyaya görə iki qonşu monomer qrupunun oxşar olmadığı hallar da olur. *Sis-*poliizoprendə bu və digər istiqamətdə oriyentasiya olunan metil – CH₃ qrupu atomların hər bir monomer qrupunda deyil, yalnız 0.816 nm-dən bir, quttaperçada isə 0.48 nm məsafədən bir rast gəlinir. Konfigurasiyadakı müxtəliflik məhsulun xassələrindəki müxtəlifliyi müəyyən edir: quttaperça 50-70°C temperaturda əriyən kristallik quruluşlu, plastik kütlə olduğu halda, təbii kauçuk aşağı temperaturlarda öz elastikliyi saxlayan elastomerdir.

MAKRORADİKALLAR – xarici (valent) orbitallarında cütləşməmiş elektronlara malik makromolekullardır.

Sərbəst (neytral) makroradikalar (R) və yüklü-anion radikal (R^-) və kation radikalları (R^+) fərqləndirirlər. Makroradikallar paramaqnit hissəciklər olduğundan onların aşkarlanması, tərkibinin və kəmiyyətinin öyrənilməsi elektron paramaqnit rezonans analiz üsulunun tətbiqi ilə həyata keçirilir. Makroradikalların identifikasiyası üçün cütləşməmiş elektronun ətrafdakı xüsusi maqnit momentinə malik (1H , 3D , ^{13}C , ^{14}N və digər) cütləşməmiş elektrona görə və α , β , γ vəziyyətində yerləşən nüvələrlə qarşılıqlı təsir nəticəsində yaranan zərif quruluş strukturlarının elektron paramaqnit rezonans spektrlərinin təhlili xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Makroradikalları həmçinin optik metodlardan UB- və İQ-spektroskopiya üsullarından istifadə etməklə öyrənmək olar. Makromolekullarla müqayisədə makroradikallar udulma spektrlərinin nisbətən uzun dalğalara müvafiq sahəsində müşahidə olunur. Bəzən makroradikallar radikal akseptorlarından istifadə etməklə radioaktiv əlavələrdən, calaq sopolimerləşməni aktivləşdirməklə tədqiq olunur.

MAYE KAUCUKLAR (flüssige Kautshuke) strukturlaşma (bərkimə, vulkanizasiya) nəticəsində rezinə bənzər materiallara çevrilə bilən oliqomerlərdir.

Maye butadien kauçukları. Butadienin maye homopolimerlərindən əlavə butadienin stiro, viniltoluol, akril və metakril turşuları, akrilnitril, malein anhidridi, 2-metil-5-vinilpiridin, akrolein, doymamış epoksidlər, məsələn, qlisidilakrilat, alkenilqlisidil efirləri və s. ilə maye birgəpolimerləri də məlumdur. Keçmiş SSRİ-də butadien (СКД-Ж) və butadienstiro (СКС-30 ППЖ) maye kauçukların emulsiyada polimerləşmə və həmçinin quru inert həlledici iştirakında 40-90°C temperaturda dispersləşmiş natrium iştirakında sintez üsulu işlənib hazırlanmışdır.

MƏHLULDA POLİKONDENSLƏŞMƏ – monomerlərin maye fazalardan birində həll olmuş vəziyyətdə polikondensləşmənin aparılması üsuludur.

Məhlulda polikondensləşmənin aşağıdakı variantları məlumdur:

- monomerlər və polimerlər reaksiya mühitində həll ola bilər;

- monomerlər və polimerlər reaksiya mühitində qismən həll olur;
- monomerlər reaksiya mühitində tam həll ola bilər, amma polimerlər bu məhlulda çökmərlər;
- monomerlər qismən (50%), polimerlər isə reaksiya mühitində tam həll olur.
- Yüksək molekulyar kütləli polimer almaq üçün əlverişli şərait monomer və alınan polimer reaksiya mühitində tam həll olduqda yaranır.
- Həllədicidə polikondensləşmə digər polikondensləşmə üsullarından fərqlənən bir sıra xüsusiyyətlərə malikdir:
 - prosesin nisbətən yumşaq şəraitdə həyata keçməsi mümkündür. Bu, yüksək temperaturda əriyən polimerlərin sintezində xüsusilə vacibdir;
 - həllədicini çox vaxt prosesdə katalizator rolunu oynayır;
 - reaksiya mühitindən aşağı molekulyar məhsulların çıxarılması asanlaşır;
 - ekzotermik reaksiyalar üçün xüsusilə vacib olan, yaxşı istilik ötürmə təmin olunur;
 - monomerlər tez qarışır, bu da aralıq reaksiyaların payını azaldır və funksional qrupların ekvivalentlik qaydalarına riayət etməyə kömək edir;
 - həllədicidə polikondensləşmə prosesində alınan polimer məhlulları birbaşa liflərin və pilyonkaların alınmasında istifadə oluna bilər.

MƏRKƏZDƏNQAÇMA ÜSULU İLƏ QƏLİBLƏMƏ - bu üsul mərkəzdənqaçma qüvvələrinin təsiri altında qəlibləmə ilə materialın hazırlanması üsuludur. Mərkəzdənqaçma üsulu ilə qəlibləmə ilk növbədə termoplastiklərdən və şüşə liflə doldurulmuş müxtəlif termiki, reaksiyaya qabil qatranlardan boruların, rulmanların, dişli çarxların və müxtəlif detalların istehsalı üçün istifadə olunur. Mərkəzdənqaçma üsulu ilə qəlibləmə, müəyyən bir polimerdən başqa üsullarla lazımi ölçüdə və keyfiyyətdə məmulatın hazırlanması mümkün olmadığı hallarda istifadə edilən, uzun vaxt tələb edən bir prosesdir. Mərkəzdənqaçma üsulu ilə qəlibləmədə

termoplastik qatranın tikici komponentlə birlikdə ərintisi qızdırılmış silindrik formaya tökülür və hərəkətə gətirilir. Proses formanın yüksək fırlanma sürətlərində həyata keçirilir.

Proses başa çatdıqdan və forma soyuduqdan sonra məmulat çıxarılır və mexaniki emaldan istifadə etməklə ölçüləri normaya uyğunlaşdırılır. Bu əməliyyatı nəzərə alaraq, material 10-15% ehtiyatla dozalaşdırılmaqla hazırlanır. Termoplastik qatran formaya qranullar və ya toz şəklində yükləndikdə, polimerin əriməsi və homogenləşdirilməsi qızdırılan qələbdə aparılır.

Plastik məmulatların fırlanan və mərkəzdənqaçma qələbləmə üsulu ilə istehsalı, fırlanan qələblərdə həyata keçirilir. Başlanğıc polimer materialı kimi müxtəlif dispers tərkibli bərk maddələr (qranullar, tozlar) və müxtəlif özlülükdə olan mayelərdən istifadə olunur. Proseslərin görünən oxşarlığına baxmayaraq, bu iki üsul əhəmiyyətli fərqlərə malikdir. Mərkəzdənqaçma üsulu ilə qələbləmə zamanı birləşmənin fırlanan formanın səthi üzərində paylanması alınan polimerlərin strukturuna təsir edən mərkəzdənqaçma qüvvələri hesabına baş verir. Fırlanma üsulu ilə qələbləmə zamanı mərkəzdənqaçma qüvvələri kiçik olur və polimerin formanın səthində paylanması digər fiziki proseslər hesabına baş verir.

MERSERİZASIYA - viskoz istehsalında qələvi ilə işlənmiş sellülozanın alınmasıdır.

Merserizasiya - parçanın qatı natrium hidrokسيد məhlulu ilə qısa müddətli emalı, sonra isə isti və soyuq su ilə yuyulması prosesidir. Parçaların solmasının qarşısını alır, ilkin tonunu, rəngini hiqroskopikliyi və möhkəmliyini saxlayır, materiala ipək parlaqlığı verir. Merserizasiya pambıq lifinin kimyəvi quruluşunu dəyişir. Liflərin quruluşu alfa-sellüloza vəziyyətindən termodinamik cəhətdən daha əlverişli beta-sellülozaya keçir. Merserizasiya pambıq lifinin hüceyrə divarının şişməsinə səbəb olur. Bu da öz növbəsində səthin sahəsini artırır və lifə parlaq bir görünüş verir.

Viskoz istehsalı aşağıdakı əsas mərhələlərdən ibarət mürəkkəb bir prosesdir:

1. Qələvi ilə işlənmiş sellüloza əldə etmək üçün sellülozanın sulu qələvi məhlulu (natrium hidrokسيد) ilə emalı (merserizasiya).

2.Xüsusi səth sahəsini artırmaq üçün qələvi ilə işlənmiş selülozanın üyüdülməsi.

3.Qələvi ilə işlənmiş selülozanın yetişməsi, bu müddət ərzində selüloza orta molekül kütləsinin azalması üçün oksidləşdirici destruksiyaya məruz qalır.

4.Qələvi ilə işlənmiş sellülozanın CS₂ ilə qarşılıqlı təsiri (ksantogenləşdirilməsi)

5.Selüloza ksantogenatının viskoz əmələ gətirməklə həll edilməsi.

6.Viskozun qəlibə tökülməyə hazırlanması (süzülməsi, havanın çıxarılması).

İstifadə edilən qurğunun tərtibatından asılı olaraq NaOH məhlulunun qatılığı 230-280 q/l, prosesin temperaturu 20-60°C, müddəti 30-60 dəqiqə, vanna modulu (qələvi məhlulunun həcmi-nin işlənmiş sellülozanın kütləsinə nisbəti) 3-50 l/kq təşkil edir. Merserizasiya zamanı sellülozanın aşağı molekül kütləli fraksiyaları şişir.

METALLOPLASTİKLƏR – tərkibində doldurucu kimi metal lif saxlayan polimer konstruksiya materiallarıdır. Metalloplastiklər üçün doldurucu kimi polad məftildən istifadə olunur. O, ucuzdur, sənayedə iri miqyasda istehsal olunur, texnoloji əməliyyatlarda praktiki olaraq öz möhkəmliyini itirmir. Digər polimer konstruksiya materiallarından fərqli olaraq metalloplastiklər yüksək zərbəyə davamlılığa və statik yorgunluğa (zamanla az dağılırlar), eroziyaya davamlılığa malik olurlar. Polad məftillər ilə möhkəmləndirilmiş metalloplastiklərin yüksək xüsusi çəkiyə malik olmaları onların mənfi cəhətidir. Buna görə də bor, karbon, şüşə plastiklərlə müqayisədə metalloplastiklərin xüsusi möhkəmliyi aşağıdır, xüsusi bərkliyi isə sonunculara yaxındır. Berillium məftili ilə möhkəmləndirilmiş metalloplastiklərdə belə mənfi xüsusiyyətlər olmur. Bu materialların tətbiqi perspektivlidir. Doldurucu kimi istifadə olunan metalloplastiklərin digər konstruksiya materalları ilə rəqabətdə olmalarını təmin etmək üçün berillium məftillərinin plastikliyini artırmaq lazımdır. Bundan əlavə, berillium toksiki olduğundan onunla xüsusi təhlükəsizlik texnikası

qaydalarını gözləməklə işləmək lazımdır. Metallik liflər çox vaxt, bor, yaxud karbon plastikləri ilə əlavə olunur. Bu, dağılma özlü-lüyünü, çatların yayılmasına olan müqaviməti, eroziya davamlılı-ğını, istilik-müdafiə xassələrini artırır.

MEXANİKİ DESTRUKSIYA – polimerlərdə mexaniki gərginliyin təsiri ilə gedən kimyəvi prosesdir.

Mexanokimya, iki elm - mexanika və kimya elmlərinin qov-şağında olan yeni elmi istiqamətdir. Mexanokimya mexaniki qüv-vələrin təsiri ilə maddələrin kimyəvi çevrilmələrini öyrənir. Bu çevrilmələr böyük praktiki əhəmiyyət daşıyır. Mexanokimyada iki əsas istiqaməti – yüksək və aşağı molekullu birləşmələrin me-xanokimyasını əsas götürmək olar. Birinci istiqamətin məqsədi - mexaniki enerjinin təsiri ilə gedən kimyəvi çevrilmələrdə kompo-nentlərdən heç olmasa biri (ilkin, yaxud son) yüksək molekullu birləşmə olan sistemlərin tədqiqi. İkinci istiqamətin məqsədi – aşağı molekullu birləşmələrin (mineral, üzvi yaxud qarışıq) çev-rilmələrinin tədqiqi. Belə bölgünün aparılması bir qədər şərtidir, xüsusən mineralların qeyri-üzvi polimer, eləcə də monomerlərin və element-üzvi polimerlərin sintezi nəticəsində, yəni makromo-lekulda kovalent rabitələrin mütləq iştirakı haqqındakı konsepsi-yadan imtina edilən hallarda.

Mexaniki qarışdırılma zamanı (qarışdırıcıda, ekstruderdə, valslarda) makromolekulda kimyəvi rabitələrin qırılması baş ve-rir ki, bu da kimyəvi reaksiyaya səbəb olur. Aşağı molekullu bir-ləşmələrə, oliqomerlərə olan mexaniki təsir molekullar arasındakı zəif fiziki təsirlərin parçalanması, dağılması ilə nəticələnir. Əgər eyni kimyəvi təbiətli molekullar iridirsə (polimer makromoleku-lu), onda makromolekulun manqaları arasındakı zəif fiziki təsir enerjisinin cəmi əsas zəncirdəki kimyəvi rabitələrin enerjisindən böyük olacaq. Bu zaman polimerə təsir edən mexaniki gərginlik nəticəsində makromolekul zəncirində daha zəif kimyəvi rabitənin qırılır. Mexaniki destruksiya makromolekul zəncirinin manqala-rının molekullararası fiziki qarşılıqlı təsir enerjisinin cəmi zənci-rin kimyəvi rabitələrinin enerjisinə bərabər olana qədər davam

edəcəkdir. Mexaniki destruksiya polimerin orta molekul kütləsinin müəyyən qədər azalmasına səbəb olur. Molekul kütləsinin bu qiyməti molekullararası fiziki qarşılıqlı təsir enerjisi zəncirin kimyəvi rabitələrinin enerjisinə olan nisbəti ilə təyin olunur. Kiçik ölçülü molekullar mexaniki destruksiyaya məruz qalmayaraq mexaniki qarışdırılmada iştirak edirlər. Sərbəst radikalların akseptorlarının iştirakı ilə orta molekul kütləsi, eləcə də polimerlərin özlülüyü azalır. Mexaniki destruksiya əsasən şüşə şəkilli, nisbətən az yüksək elastiki, daha az dərəcədə isə özlü-axıcı vəziyyətdə olan polimerlərdə baş verir. Bu qayda ilə polimer molekulunun sürüşməsi yaxud dağılması üçün tələb olunan mexaniki gərginliyin qiyməti də azalır. Mexaniki destruksiya zamanı makromolekulun əsas zəncirinin parçalanmasından başqa, tikilərək strukturlaşmış, polimer quruluşda makromolekullar arası çarpaz kimyəvi rabitələr də qırıla bilər. Polimerlərin mexaniki destrüksiyasında mexaniki xırdalanma prinsipi hal-hazırda yeni polimer məhsullar almaq məqsədi ilə polimer tullantılarının təkrar emalında istifadə olunur.

MEXANİKİ ŞÜŞƏLƏŞMƏ. Sürətli təsir zamanı istənilən maye özünü elastik cisim kimi aparır. Belə ki, tətbiq olunan gücün təsir müddətinin və ya hərəkət dövrünün azalması ilə maye axma qabiliyyətini tədricən itirir və elastiki hala keçir. Beləliklə, güc sahəsində mexaniki şüşələşmə anlayışı altında polimerlərin yüksək elastiki haldan elastik bərk hala keçidi başa düşülür. Bu hal struktur şüşələşmə ilə əlaqədar deyil. Polimer ərintisini soyutduqda əvvəlcə mexaniki şüşələşmə, sonra isə struktur şüşələşmə baş verir. Mexaniki və struktur şüşələşmə prosesləri arasında olan fərqi araşdırılması xarici təsir altında və onların təsiri olmadan polimerlərin şüşələşmə mexanizmində aydın olmayan amilləri müəyyənləşdirməyə imkan verir. Struktur və mexaniki şüşələşmə temperaturları $-T_s$ bir-birindən asılı deyildir. Struktur şüşələşmə temperaturu soyumanın sürətindən, mexaniki şüşələşmə temperaturu isə qüvvənin təsir müddətindən və ya elastik hərəkətin tezliyindən asılıdır. Mexaniki şüşələşmə temperaturu maksimal mexaniki itkilərin temperaturuna uyğun gəlir.

Mexaniki şüşələşmə prosesinin əsas xassələri aşağıdakılardır:

1. Mexaniki şüşələşmə yalnız strukturlu-maye halında

$T > T_s$ sahəsində baş verir.

2. T_m heç bir şəraitdə T_s –dən kiçik ola bilməz, həmişə ondan yüksək və ya hərəkət tezliyi $v \leq v_k$ olduqda praktiki olaraq bərabərdir, burada v_k – şüşələşmə temperaturu T_s –dən asılı olan tezlik.

Mexaniki xassələrinə görə polimerlər üç halda: özlü axıcı, yüksək elastiki və şüşəvari halda, struktur üzrə isə iki - maye və bərk (şüşəvari) halda ola bilər. Mexaniki şüşələşmə dedikdə, materialın özünü adi elastik bərk cisim kimi apardığı deformasiya halı başa düşülür.

MEZOMER EFFEKT - konyüqə olunmuş molekul və ya ion rabitələr sisteminin statik polyarlaşmasına səbəb olan, müəyyən atom qruplaşmasının polyarlaşdırıcı təsiridir. Mezomer effekt mezomerlik nəzəriyyəsinin tənliyinə əsaslanır (rezonans struktur toplusu ilə deyil, elektron yerdəyişmə qaydaları üzrə cərəyan edir) və konyüqə olunmuş π -rabitələrin p -elektronlarının okteta qədər tamamlanmamış elektron örtüyünə malik atomlara tərəf yerini dəyişməsi ilə şərtlənir. Müsbət (M^+) və mənfi (M^-) mezomer effektlər fərqləndirilir. (M^+) effektə cüt elektronu qismən və ya təmamilə ümumi sistemə ötürə bilən qruplar, (M^-) effektə isə elektronakseptor qrupları malikdir.

MİKROSFERİK KÖPÜK MATERIALLAR. Bu dənəvər şəkildə dolduruculardır. Yeni mikrosferik köpük materiallara şüşədən, karbondan, polimerlərdən alınan içi boş şarlar, kürəciklər (mikrosferalar): şüşə pulcuq və müxtəlif formalı qranullar, dənəvərləşdirilmiş polimerlər və s. aiddir. Belə mikrosferik köpük material hissəciklərinin ölçüləri geniş həddə dəyişə bilər. Kürəciklərin diametri 2-dən 500 mkm-ə kimi, qranulların ölçüləri bir neçə millimetərə çata bilər. Bu tip doldurucular polimer materiallara korroziyaya qarşı davamlılıq verir və bu qranulların tillərə malik olması polimer materialların optiki xassələrini dəyişir, sürtünmə əmsalını tənzimləyir (sürüşməni aradan qaldırır). İçi boş kürəciklərdən istifadə plastik kütlələrin sıxlığını azaldır, onların istilik-izolyasiya xassələrini yaxşılaşdırır.

Dənəvər mikrosferik köpük materiallar toz şəklində olan polimerlərlə qarışdırılır və ya qarışdırılma zamanı onun ərintisinə əlavə edilir və sonra polimer materialın dənəvərləşdirilməsində doldurucunun (əsasən mikrosferaların) dağılmasının qarşısını almaq üçün minimum yükəndən istifadə edilir.

İçi boş doldurucuların növləri. İçi boş doldurucu kimi kürə formalı, diametri 20-70 mkm, divarlarının qalınlığı diametrin 1,5-3%-ni təşkil edən, tökmə kütləsi 0,2-0,5 q/sm³ (belə hissəciklər mikrokürə, mikrosfera adlandırılır) və ya diametri 10-40 mm (makrokürə) olan hissəciklərdən istifadə olunur. İçi boş doldurucuların tərkibə daxil edilməsi monolit hissəcikli doldurucular (kaolin, kvars unu, talk) daxil edilmiş plastik kütlələrlə müqayisədə daha yüngül plastik kütlələrin alınmasına imkan yaradır. Bundan əlavə, daha axıcı kompozisiyaların, daha aşağı qalıq gərginliyinə malik olan plastik kütlələrin alınmasına yol açır. Bu məqsədlə mikrosferaları, yəni sintetik qatranlardan alınmış, azotla doldurulmuş xırda şara bənzər hissəcikləri də istifadə etmək olar.

Mikrosfera strukturlu material əsasında alınan sintaktik adlanan plastik kütlə kifayət qədər yüksək həcmi kütləyə və mexaniki davamlılığa malikdir, əsasən orta qatı yüngül plastikdən, hər iki tərəfdən isə qalın və möhkəm qat-qat (laylı) plastik kütlədən hazırlanmış sendviç konstruksiyaların alınmasında istifadə olunur.

Süşə mikrosferalar kimyəvi inert olduqları üçün toz şəkilli doldurucu kimi geniş istifadə olunur.

Sintaktik köpüklərdə mikrosferaları bütün qatran boyu bərabər paylamaq çox vacibdir, çünki hazır materialın bir çox xassələri bundan asılıdır. Bundan əlavə, istifadə edilən bağlayıcıya daha çox içi boş kürəciklərin daxil edilməsinə çalışırlar. Mikrosferaların miqdarı nə qədər çox olursa, sintaktik köpükdən alınan məmulatlar bir o qədər yüngül və ucuz olurlar. Bircinsli sintaktik köpüklərin xüsusi alınma üsulları işlənilib hazırlanmışdır – vakuum doldurma və vakuum qarışdırma üsulları. Dərin sularda üzən gəmilər üçün bu tip materiallar hazırladıqda bağlayıcı kimi əsasən

epoksid qatranından, dayaz suda üzən gəmilər üçün isə daha ucuz poliefir və fenolformaldehid qatranlarından istifadə edilir. Sintaktik köpüklər həmçinin dəniz dibindən neft hasilatı üçün şaquli boru kəmərlərinin və dərin suda üzən yelkənli gəmilərin konstruksiyalarında istifadə edilir.

Sintaktik köpük plastlar və ya sferoplastlar (SP) qaz dodurulmuş polimer materialların xüsusi növüdür və polimer matrisdən (bağlayıcı) və onun daxilində paylanmış içi boş sferik hissəciklərdən (doldurucu) ibarətdir. Bağlayıcı kimi reaksiyaya qabil oliqomer və polimerlərdən, doldurucu kimi isə - şüşə, polimer, oliqomer, karbon, metal və saxsıdan alınan içi boş mikrokürəciklərdən (mikrosferalar) istifadə olunur.

Mikrosferaların bir növü də polietilen üzgəclərdir. Açıq qab-larda saxlanılan uçucu mayelərin buxarlanmasının qarşısını 75% almaq üçün məhsulun üzərində üzən balaca ulduz şəkilli kiçik ölçülü yüngül polietilen köpüklü üzgəclər (floatlar) təklif olunmuşdur. Onlar xüsusi, modifikasiya olunmuş mikroməsaməli, şişən polietiləndən istehsal olunurlar və bir-birinə yapışaraq maye səthində maksimal örtülməsini təmin edirlər. Nəticədə buxarlanma zamanı itkinin azalması ilə yanaşı mayedən zəhərli qazların çıxmasının da qarşısı alınır.

İlkin kompozisiyanın tərkibindən və köpüklənmə şəraitindən asılı olaraq əsasən bağlı məsaməli və ya açıq məsaməli quruluşa malik materiallar almaq olar.

MİKROSİLİKAT. Mikrosilikat üyüdülmüş sönməmiş əhəngin üyüdülmüş qum və ya kül, eləcə də üyüdülmüş şlak və ya digər silisium tərkibli komponentlərdən ibarət qarışıqca izafi miqdarda suyun əlavə edilməsi ilə hazırlanması və sonra bu qarışıqdan termiki və ya avtoklavda emal vasitəsi ilə suyun buxarlandırılaraq kənarlaşması zamanı məsamələrin əmələ gəlməsi ilə alınır.

Mikrosilikat üçün əhəng və qumun kütlə nisbəti əhəngin aktivliyindən və qumun narınlaşdırılma dərəcəsiindən asılı olaraq 1:2 ilə 1:4 arasında, qarışıqla suyun kütlə nisbəti isə 0,9 ilə 1,1 arasında dəyişir.

Mikrosilikatın istehsalı aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir: sönməmiş əhəngin quru üyüdülməsi, qumun quru və ya yaş üyüdülməsi, üyüdülmüş qumu və suyu qarışdırıcıda çox sürətlə qarışdırmaqla (20 dövr/dəq) eyni zamanda 70°C-yə kimi qızdırılması. Qarışıqın qızdırılması başa çatdıqdan sonra qarışdırma sürəti 60 dövr/dəq.-yə qədər artırılır və qarışdırıcıya ümumi həcm 75-80%-i qədər sönmüş əhəng yüklənir. Bu qarışıq 10-15 dəqiqə ərzində sürətlə qarışdırmaqla əhəngin sönməsi baş verir və qarışıqın temperaturu özü-özünə 100°C-yə qədər qalxır. Sonra qarışdırıcının fırlanma sürəti yenidən 30 dövr/dəq.-yə endirilir və qarışdırma 30 dəqiqə davam etdirilir və bu müddət ərzində qarışıq qaynayır. Sonra qarışıq 40-45°C-ə qədər soyudulularaq stabilizator əlavə olunur.

Alınmış hazır qarışıq qəliblərə tökülür və 30-45 saniyə (əsasən havanı çıxarmaq və yerləşməni təmin etmək üçün) vibrasiya qurğusunda vibrasiyaya uğradılır. 6-8 saat saxlandıqdan sonra icərisində qarışıq olan formalar, qəliblər 8 atm təzyiqdə avtoklavda emala göndərilir. Saxlanma müddəti məmulatın qalınlığından asılıdır. Avtoklav emalından sonra məmulat otaq temperaturunda 10-12 saat saxlanılır, sonra qurutma kamerasına göndərilir və burada 80°C temperaturda 24 saat qurudulur.

Mikrosilikat 1000-1200 kq/m³ sıxlığa malikdir. Mikrosilikatın məsamələri, qaz və ya köpüyə əsaslanan məsaməli materiallardan fərqli olaraq açıqdır və suyun udulması yüksək olub həcmə görə 54%-dir. Böyük sıxılma möhkəmliyinə (200-300 kq/cm³) baxmayaraq mikrosilikat şaxtaya davamlı olmayan materialdır, o, cəmi 9 dövrəyə tab gətirir. Yüksək möhkəmliyi sayəsində yuxarı nəmlik tutumu və aşağı şaxtaya davamlılıqla xarakterizə olunan mikrosilikat divar konstruksiyalarında yalnız daxili daşıyıcı divarlar üçün istifadə edilə bilər. Bu materialın iqtisadi göstəriciləri barədə məlumat yoxdur və hazırlanma prosesinin çoxmərhələli və uzun müddətliliyi ona yaxın olan qaz silikat və köpük silikat materiallarının iqtisadi göstəriciləri ilə müqayisədə qiymətinin nəzərə çarpacaq dərəcədə yüksək olmasını ehtimal etməyə imkan verir.

Termoporit sement, əhəng, üzvi və ya mineral lifli doldurular, xlorlu əhəng və maye şüşədən hazırlanır. Termoporitə hazırlanma mərhələləri aşağıdakı kimidir. Ölçülmüş miqdarda su sonra ardıcıl olaraq şüşə, əhəng, ağardıcı, sement qarışdırıcıya əlavə olunaraq 1-2 dəqiqə bircinsli olana qədər qarışdırılır və sonra yonqar əlavə olunaraq qarışıq yenidən 3-5 dəqiqə qarışdırılır. Qarışıqdan 15-20°C temperaturda sərtləşən məhsullar əmələ gəlir.

Termoporitdə ağardıcı xlorlu əhəng və həll olan şüşənin təsiri ilə yonqar silikləşmə, ağarma və antiseptikləşməyə məruz qalır.

Termiz. Termizin hazırlanması aşağıda qeyd edilmiş mərhələlərlə baş verir. Qarışdırıcıya su tökülür və əhəng, sement, silisium tərkibli komponentlər (trepel, opoka) əlavə olunur. Qarışıq 2-3 dəqiqə qarışdırılır, üzünə islanmış yonqar əlavə edilir və yenidən qarışdırılır. Hazır qarışıq standart konus üsulu ilə 4-5 sm plastikliyə malikdir.

Alınan məmulatlar sahə vibratorlarından istifadə etməklə qəliblənilir və 10-12 saat müddətində 10-15°C temperaturda saxlanılır, sonra isə kameralarda və ya avtoklavlarda qurudulur. İstilik emalından sonra məmulat kameralarda və ya təbii şəraitdə 10%-dən çox olmayan nəmliyə qədər qurudulur.

MİTSELLA - zolun dispers fazasının, başqa sözlə, maye dispers mühitlə mikroheterogen sistemin ayrıca hissəsidir. Mitsellalar - çox kiçik ölçülü, həll olmayan nüvədən ibarət, həlledicinin adsorbsiya olunmuş ion və molekullarının stabilləşmiş qatı ilə əhatə olunmuş kolloid sistemlərdəki hissəciklərdir. Mitsella kristallik yaxud amorf nüvədən və onu əhatə edən maye ilə solvatlaşmış molekulları daxil olan səth qatından ibarətdir. Dispers mühit və dispers faza maddəsinin molekullararası qarşılıqlı təsirinə intensivliyindən asılı olaraq zollar liofob və liofil zollara bölünür. Liofil və liofob mitsellaların quruluşu müxtəlifdir.

Liofob zollar termodinamik cəhətdən qeyri-stabildirlər. Fazalararası sərbəst enerjinin çoxluğundan belə sistemlər kolloid hissələrin öz-özünə böyüməsi ilə parçalanmağa meyillidirlər.

Qeyri- elektrolitlər, məsələn, qeyri-ionogen səthi-aktiv maddələrlə stabilləşən liofil zolların mitsellaları stabilizator molekulunun solvatlaşmış liofil qruplarının koaqulyasiyasından müdafiə olunurlar.

Liofil zollar – termodinamiki möhkəm sistemlərdir. Belə sistemlərin mitsellalarının səthi qatı dispers faza maddəsinin molekulunun liofil qruplarından təşkil olunmuşdur. Qatılığın artması ilə mitsellanın quruluşu və forması dəyişə bilər.

Polimerlərin “dəstə” quruluşu haqqındakı yeni konsepsiya onların mitselyar quruluş təsəvvürlərini üstələyir.

Həll olmayan maddə yoxdur. Hətta, həll olmayan bərk maddələr belə, həlledicinin mitsellasında xırda hissəciklər əmələ gətirməklə qismən həll olurlar. Bu hissəciklər filtdən keçirlər. Bu hissəciklər o qədər xırda və yüngüldürlər ki, onlar çökmürlər. Belə hissəciklər (mitsellalar) kolloid adlanırlar.

Mitsellalara həmçinin, liofil kolloid adlanan səthi-aktiv maddə məhlulunun hissəcikləri də aiddir. Hər bir molekulda uzun hidrofob radikal polyar (hidrofil) qrup ilə əlaqəlidir. Mitsella əmələ gəldikdə onlarla, yaxud yuzlərlə molekul elə birləşir ki, hidrofob molekul nüvəni (daxili sahə), hidrofil qrup isə mitsellanın səth qatını yaradır. Səthi-aktiv maddənin assosiasiya olunmayan molekulunu ilə tarazlıqda olan möhkəm mitsella yaranan sistemdə, səthi-aktiv maddənin məhlulda minimal qatılığı kritik mitsella əmələgətirmə qatılığı adlanır. Əgər dispers mühit üzvi maye olarsa, mitsellada molekulaların oriyentasiyası dönən olur, nüvədə polyar qruplar olur, hidrofil radikallar isə xarici fazaya yönəliirlər (əks mitsella).

MOLEKUL KÜTLƏSİ - polimer zəncirinə daxil olan monomer fraqmentində elementlərin atom kütlələri cəmi ilə onların polimerləşmə dərəcəsinin hasilinə bərabərdir. Bu zaman bir-biri ilə kimyəvi əlaqələnmiş monomer fraqmentləri nəzərdə tutulur. Polimerin molekul kütləsi ayrı-ayrı molekulaların molekul kütləsinə nəzərən orta qiymətdir. Bu polimolekulyarlıq polimerlərin kimyası və fizikasının əsas anlayışlarından biridir. Polimerlərin nəzərə çar-

pan möhkəmlik xassələri kifayət qədər yüksək orta molekul kütlələrində $\sim (5-10) \cdot 10^3$ vahid/ müşahidə edilir və polimerin orta molekul kütləsi artdıqca müəyyən həddə kimi yüksəlir.

Orta molekul kütləsi polimerin və onun əsasında kompozisiya materiallarının fiziki-mexaniki xassələrinin əsasını müəyyən edən vacib xarakteristikaldandır. Orta molekul kütləsindən əlavə polimerin keyfiyyətini və əsas xassələrini müəyyən edən vacib xarakteristikalara makromolekulun quruluşu və molekul-kütlə paylanması göstəricisi aiddir. Praktikada polimerin orta molekul kütləsi bir neçə üsulla təyin olunur: viskozimetrik, krioskopik və ebullioskopik. Bu üsulların hamısı polimerin orta molekul kütləsinin dolayısı ilə təyini üsullarına aiddir.

Viskozimetrik üsul, seçilmiş həlledici və polimerin bu həlledicidə müxtəlif qatılıqlarda məhlulunun axma müddətinin təyiniyə əsaslanır. Bu üsul aşağıda sadalanan növlərə ayrılır:

- kapilyar viskozimetriya;
- düşən şar üsulu;
- rotasion (fırlanma) viskozimetriya;
- rotasiyalı viskozimetr;
- paralel müstəvilərin (plastinlərin) hərəkət, yerdəyişmə üsulu.

Viskozimetriya üsulu ilə polimerlərin molekul kütləsinin təyini.

Polimerlərin viskozimetriyası - polimer materialların özlülük xassələrinin təyini üsullarının toplusudur. Ümumi halda bu xassələr hərəkət sürüşmə gərginliyinin (τ) bu hərəkət, sürüşmə sürətindən ($\dot{\gamma}$) asılılığı ilə xarakterizə olunur. Bu kəmiyyətləri Nyuton tənliyində ($\tau = \eta \dot{\gamma}$) əlaqələndirən mütənasiblik əmsalı özlülük adlanır. Əgər τ -nın $\dot{\gamma}$ -dan asılılığı xətti xarakter daşıdırsa (qeyri-nyuton sistemləri), onda viskozimetriyanın vəzifəsi axma funksiyasını $\dot{\gamma} = f(\tau)$ təyin etməkdən ibarət olur. Bu halda $\tau/\dot{\gamma}$ kəmiyyəti effektiv özlülük adlanır.

Adətən $[\eta]$ kəmiyyəti sürüşmənin məhlulun özlülüüyü axma sürətindən asılı olmayan, yerdəyişmə sürətlərində təyin edilir və polimerin orta molekul kütləsini təyin etdikdə istifadə edilir. Polimerlərin orta molekul kütləsi və özlülüüyü Mark-Kun-Hauvink

formulu vasitəsilə əlaqələnilir (çox vaxt bu formul Mark-Hauvink formulu adlanır).

$$[\eta] = KM^\alpha$$

burda, K və α polimer həlledici cütünün empirik sabitləridir. α kəmiyyəti 0,5 və 1,0 arasında dəyişir və termodinamik “pis” həlledicidən “yaxşı” həllediciyə keçdikdə yüksəlir.

Polidispres polimerlər üçün Mark-Kun-Hauvink formulu üzrə orta ədədi molekul kütləsinə yaxın orta özlülüklü molekul kütləsi təyin edilir. Özlülük xarakteristikalarının təyini K və α sabitləri məlum olan polimerlərin orta molekul kütləsini təyin etmək üçün ən çox istifadə edilən eksperimental yanaşmadır. Bu zaman adətən müqayisə üçün hər hansı bir qatılıqda gətirilmiş özlülüğün təyini ilə kifayətlənilir. Polimerlərin müxtəlif həlledicilərdə məhlullarının özlülük xarakteristikalarının təyini polimerin elastikliyi və aşağı molekul kütləli həlledicilərlə qarşılıqlı təsir dərəcəsi barədə fikir söyləməyə imkan verir.

Rotasiyalı viskozimetrlərdə ölçü səthlərinin iki uzlaşmasından geniş istifadə edilir: konsentrik, ümumi mərkəzli silindr və oxu səthə, müstəviyə perpendikulyar olan konuslu səthdən.

Özlülüğün mütləq ölçülməsində bilavasitə müəyyən edilən kəmiyyətlərə bu və ya digər ölçü səthlərinə təsir edən fırlanma anı – M və bu səthlərdən hər hansı birinin fırlanmasının bucaq sürəti – ω ; müvafiq olaraq xarici və daxili silindrlərin radiusları ($R_x > R_d$) və koaksial silindri viskozimetrlərdə silindrlər arasında aralıq hündürlüyü – H ; konusun radiusu – R və onunla səth arasındakı bucaq – α aiddir. Sadə və ən çox rast gəlinən halda

$$\begin{aligned} Y &= \omega/\alpha; \\ \tau &= 3M/2\pi R^3 \end{aligned}$$

və müvafiq olaraq

$$\eta = 3\alpha M/2\pi R^3 \omega.$$

Özlülüğün hesablanması üçün fazaya daxil olan yerdəyişmə, axma sürəti dönməyən deformasiyanın inkişaf sürətidir. Müvafiq olaraq yüksək elastiki mühitlər üçün deformasiyanın qeyri-stasionar rejimlərində özlülüğün hesablanması tam defor-

masiyanın dönən və dönməyən deformasiyaya bölünməsinə tələb edir. Bu, dönən (yüksək elastiki) deformasiyanın birbaşa ölçülməsi ilə bağlıdır. Bunun əsasında dönməyən deformasiyanın zamandan asılılığı və hər bir verilən an üçün onun törəməsinin kəmiyyəti tapıla bilər.

Düşən şar üsulu yalnız nyuton özlülüyünü (η) təyin etmək üçün yararlıdır və adətən özlü mayelərə tətbiq olunur. Bu üsulla özlülüyü təyin edən zaman xeyli miqdar maddə (on millilərlərlə) tələb olunur. Sistemdə qeyri-nyuton mayesinin əlamətləri müşahidə edildikdə həqiqi nyuton özlülüyünün düşən şar üsulu ilə təyin edildiyini təsdiq edən digər üsullarla özlülüyün yenidən ölçülməsi, nəzarət edilməsi vacibdir. Özlülük ρ -sıxlıqlı materialdan olan R-radiuslu şarın ρ_0 sıxlıqlı mayeyə müəyyən edilmiş düşmə sürəti ilə hesablanır. Əgər düşmə R_s radiuslu silindrin oxu boyu baş verirsə Faksen və Ladenburqa görə:

$$\eta_{\text{sınaq}} = \eta [1 + 2,104(R/R_s) + 2,09 (R/R_s)^2 - 0,95 (R/R_s)^5] c^{-1},$$

burada - $\eta = 2/9(\rho - \rho_0)gR^2/\vartheta$; $c = 1 + 3,3 R/h$ (h -şarın qabın dibinə qədər minimal məsafəsi). Verilmiş tənlik $R/R_s \leq 0,32$ olan halda özlülüyü təyin etməyə imkan verir. $R/R_s \leq 0,06$ olan təqdirdə yalnız ikinci toplananı $[2,104(R/R_s)]$ nəzərə almaqla kifayətlənmək olar. Şarın düşmə sürəti Reynolds ədədinin məhdudluğu ilə müəyyən olunur. $Re = R\vartheta\rho/\eta < 1$. Adətən bu $\vartheta < 1$ sm/san olduqda ödənilir.

Düşmə şarlı viskozimetr mərkəzdə yerləşmiş, bir tərəfi bağlı olan, kürənin ox boyu düşməsinə istiqamətləndirən boruya malik silindiridir. Bu üsul polimerlərin sintezi və modifikasiyası prosesində özlülüyün dəyişməsinə qiymətləndirmək üçün polimer məhullarında özlülüyün təyini vacib olduqda tətbiq edilən sadə və rahat üsuldür.

Paralel müstəvilərin (plastinlərin) hərəkət üsulu, nyuton və qeyri-nyuton sistemlərdə aşağı hərəkət sürətlərində özlülüyü təyin etmək üçün istifadə olunur. Bu üsul özlülüklə yanaşı bir çox reoloji parametrləri təyin etməyə imkan verir; yüksək özlülüklü sistemlər ($\eta = 10 \cdot 10^8 \text{ H} \cdot \text{c}/\text{m}^2$) üçün istifadə olunur.

Bu üsul üzrə ölçmələri həyata keçirtmək üçün çox az miqdar nümunə kifayət edir. Kənar effektlər nəzərə alınmadan belə hesab edilir ki, hamar plastinlərin bir-birinə nəzərən paralel hərəkəti sadə yerdəyişmədir. Onda

$$\eta = hF/S\vartheta,$$

burada, h -plastinlər arasındakı məsafə; S -nümunənin plastinlə təmas səthi, F - təsiredici qüvvə; ϑ -bir plastinin digərinə nisbətən hərəkət sürəti. Plastinlər arasındakı boşluğun yüksək özlülüklü maddə ilə doldurulması yüksək temperaturlarda həyata keçirilir. H -kəmiyyəti həcmi üsulla (boşluğu dolduran maddənin sıxlığı və kütləsinə görə) və ya birbaşa ölçmə ilə təyin edilir. Boşluq əmələ gətirən hamar - paralel plastinləri çətin əriyən şüşədən hazırlamaq daha rahatdır. Bu, hündürlüyü adətən onlarla mikrometrdən yüzlərlə mikrometrə kimi olan boşluğun eyni ölçüdə olmasına nəzərət etməyə imkan verir.

Krioskopik üsul. Bu üsul ilə polimerin orta molekul kütləsinin təyini polimer molekulları iştirakında həlledicinin donma temperaturunun aşağı düşməsinə əsaslanır. Bu üsul polimerin orta molekul kütləsinin digər təyini üsulları ilə müqayisədə tədqiqat qurğusunu soyutmağın çətin olması səbəbindən (maye azotdan istifadə etməklə aşağı temperaturun yaradılması) geniş tətbiq tapmamışdır.

Ebulioskopik üsul. Bu üsul polimerin orta ədədi molekul kütləsinin polimer məhlullarının qaynama temperaturlarının təmiz həlledicinin qaynama temperaturuna nisbətən dəyişməsi ilə təyininə əsaslanır. Məhlulun qaynama temperaturunun yüksəlməsi məhlul üzərində həlledicinin doymuş buxar təzyiqinin nisbətən azalması ilə əlaqədar olub həll edilmiş birləşmənin (N) molyar payına bərabərdir (Raul qanunu):

$$N = (\rho_0 - \rho) / \rho_0$$

burada, ρ_0 və ρ - həlledici buxarının müvafiq olaraq təmiz halda məhlul üzərində təzyiqidir.

Məhlul üzərində həlledicinin buxar təzyiqinin azalması onun qaynama temperaturunun yüksəlməsinə gətirib çıxarır. Belə ki,

bu halda məhlulu nisbətən yüksək T temperaturuna kimi qızdırmaq lazımdır ki, məhlul üzərində təzyiqlə xarici təzyiq arasında bərabərlik əldə edilsin. Qaynama temperaturunun yüksəlməsi:

$$\Delta T = T - T_0$$

burada, T_0 – təmiz həlledicinin qaynama temperaturu. ΔT kəmiyyəti - həll edilən birləşmənin miqdarından asılı olaraq qaynama temperaturunun dəyişməsi. Məhlulun qatılığı artdıqca qaynama temperaturu yüksəlir, çünki bu zaman məhlulda həlledicinin payı azalır və müvafiq olaraq məhlul üzərində həlledicinin buxar təzyiqi azalmış olur.

ΔT və N arasında əlaqə Raul qanununun və Klapeyron–Klauzius tənliyindən yaranır:

$$N = \frac{\rho_0 - \rho}{\rho_0} = \frac{\lambda}{RT_0^2} \Delta T,$$

burada, λ - T_0 temperaturunda molyar buxarlanma istiliyi, R -universal qaz sabitidir.

$$N = \frac{n}{n + (1000 / M_0)},$$

burada, n -1000 qr həlledicidə həll olmuş birləşmənin mol miqdarı; M_0 - həlledicinin molyar kütləsi

Duru məhlullar üçün n -in qiyməti $1000/M_0$ nisbəti ilə müqayisədə kiçik kəmiyyətdir. Buna görə də onu nəzərə almasaq müvafiq olaraq $\Delta T = \frac{RT_0^2}{\lambda} \frac{M_0}{1000} n = Kn$ alınır. Burada, R -ebulioskopik sabitdir və həlledicinin təbiətindən asılıdır.

$n = C/M$ (M - həll edilmiş birləşmənin orta molekul kütləsi, C -1000 qr həlledicidə polimerin mol miqdarı) olduğu nəzərə alınsa, onda

$$\Delta T = \frac{KC}{M}$$

və ya

$$M = \frac{KC}{\Delta T} = \frac{K}{\Delta T/C}$$

Bir çox polimer məhlulları Raul qanununa tabe olurlar (qeyri ideal məhlullar). Bu makromolekulların bir-biri və həlledici molekulları ilə qarşılıqlı təsirdə olması ilə əlaqədardır. İdeal

məhlulların tabe olduqları qanunlardan kənara çıxma məhlulu durulaşdırıqda azalır. Buna görə də polimerin orta molekul küləsini təyin etmək üçün $\Delta T/C$ kəmiyyəti sonsuz durulaşdırılmalı, başqa sözlə $KC=0$ -a ekstrapolyasiya olunmalıdır.

Həlledici və məhlulun qaynama temperaturları fərqi ebullio-metrdə təyin edilir, harada ki, məhlul nasos vasitəsilə yuxarı hissəsi həlledicinin buxarında olan differensial termocütün aşağı hissəsinə verilir.

MOLEKUL-KÜTLƏ PAYLANMASI (MKP). POLİMERLƏRİN POLİDİSPERSLİYİ - müəyyən bir polimer nümunəsində müxtəlif molekul kütləsinə malik makromolekulların sayının nisbətidir. Hər hansı bir polimer orta molekul kütləsindən əlavə, molekul kütlə paylanması ilə də xarakterizə oluna bilər. Polimerin MKP-sı onun fiziki və mexaniki xassələrinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Polimerdə yüksək molekul kütləli fraksiyaların miqdarının artması polimerin daha yüksək möhkəmlik və temperatura davamlılıq kimi xüsusiyyətlərini təmin edir. Belə polimerlərin plastik axınının başlanğıcı daha yüksək temperaturlara keçir. Aşağı molekul kütləli fraksiyalarla zəngin polimerlərin möhkəmliyi aşağı olmaqla yanaşı, qeyri-qənaətbəxş xüsusiyyətlərlə də xarakterizə olunur. Orta molekul kütləsi və molekul kütlə paylanması istənilən mexaniki xassələrə malik polimerlərin alınmasında mühüm tənzimləyici kəmiyyətlər hesab olunurlar. Aşağı və yüksək molekul kütləli fraksiyaların nisbətərini tənzimləməklə polimerlərin deformasiya-möhkəmlik xüsusiyyətlərini asanlıqla tənzimləmək olar.

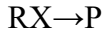
MONOMER – molekulları bir-biri ilə və ya digər maddənin molekulları ilə oliqomer, polimer əmələ gətirməklə reaksiyaya girmək qabiliyyətinə malik, aşağı molekullu maddədir. Monomerin polimer əmələ gətirmək qabiliyyəti $-OH$, $-NHC=O$, $-COOH$ və digər aktiv qrupların, α - və β -tsikllərin, ikiqat və ya üçqat rabitələrin iştirakı ilə müəyyən edilir.

Monomerlər funksionallıq üzrə fərqləndirilir. Tərkibində iki reaksiya qabiliyyətli funksional qruplar saxlayan monomerlər –

bifunksional, üç funksional qrup saxlayan monomerlər – üçfunksiyalı adlandırılır və s. Ciddi desək, monomerlər çoxfunksiyalı olmaya bilər, belə ki, bu maddələr böyüyən polimer zəncirini “qıraraq” polimerləşmə qabiliyyətinə malik olmur. Lakin hər halda hazır polimerin molekul kütləsinin formalaşmasında və molekul kütlə paylanmasında, habelə reaksiya qarışığının texnoloji xassələrinin dəyişdirilməsi üçün “aktiv durulaşdırıcı” kimi istifadə edilə bilər.

Monomerlərin funksionallığı sabit ədəd deyil və reaksiyanın aparılma şəraitindən asılıdır. Məsələn, qliserin epoksid və ya qlisidil qrupları ilə aparılan reaksiyalarda 80°C–dən aşağı temperaturda özünü bifunksiyalı monomer kimi, 120°C–dən yuxarı temperaturda isə - üçfunksiyalı monomer kimi aparır. Bifunksiyalı monomerlər xətti (xətti-şaxələnmiş) polimerlər əmələ gətirir, üçfunksiyalı və daha çox funksiyalı monomerlər - əriməyən və həll olmayan göstəricilərlə səciyyələnən – torlu, “üçölçülü” polimerlər əmələ gətirir. Reaksiyanın sürət tənliyi üzrə hesablanan funksionallıq kəsirli kəmiyyət ola bilər.

MONOMER, OLİQOMER VƏ POLİMERLƏRİN REAKSİYA MƏRKƏZLƏRİ. Polimerlərin sintezi prosesində monomerlər, oliqomerlər, polimerlər və uzanan zəncirlər iştirak edirlər. Adı çəkilən tərkiblərin reaksiya qabiliyyəti və proseslərin istilik effekti reaksiya mərkəzlərinin sayı və təbiəti ilə müəyyən olunur. Geniş planda reaksiya mərkəzi deyildikdə verilən reaksiyada atom qruplarının dəyişikliyə uğraması başa düşülür:



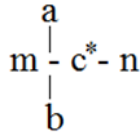
burada, X - reaksiya mərkəzi; R - dəyişməz radikal; P - reaksiya məhsulunun tərkibinə bütünlüklə daxil olan monomer.

Reaksiya mərkəzləri uzanan zəncirin “ölü” makromolekulu (oliqomer və polimerlərin) və monomerlərdə (sərbəst radikallar, karbkationlar, karbanionlar, koordinasiya kompleksləri, hərəkət edən atom və atom qrupları) (zəncirvari polimerləşmə, polikondensləşmə, polibirləşmə, polimeranaloji çevrilmə və kimyəvi modifikasiya, strukturlaşma kimi) polimer əmələ gətirən elementar

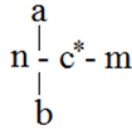
reaksiyalara daxil olan hissələr adlandırılır. Burada uzanan zəncirin reaksiya mərkəzləri həm yox ola bilər (məsələn, aşağı molekullu birləşmələrin ayrılmasını müşayiət edən polikondensləşmə proseslərində və polibirləşmə reaksiyalarında), həm də regenerasiya oluna bilər (ion cütlükləri, sərbəst ionlar, zəncirvari polimerləşmə prosesində radikal). Uzanan zəncirin reaksiya mərkəzləri (sərbəst radikal və ya üzvi ionlar) zəncirvari polimerləşmə proseslərində (radikal, ion, ion-kordinasiya) əvvəlcə monomer molekullarının inisiator və katalizatorların parçalanma məhsulları ilə qarşılıqlı təsir prosesində əmələ gəlir və zəncirin qırılmasına qədər qalır. Polikondensləşmə prosesində (o cümlədən, polibirləşmə proseslərində) uzanan zəncirin reaksiya mərkəzləri polimerləşmə prosesindən əvvəl əmələ gəlir. Belə ki, monomerlərin istehsalında bu və digər funksional qrupun tərkibində formalaşır və zəncirin böyüməsi aktı nəticəsində məhv olur. Zəncirvari polimerləşmədə reaksiya qabiliyyətli makromolekulda (artan zəncirlər) son reaksiya mərkəzlərinin quruluşu monomerlərin funksional qruplarının quruluşundan fərqlənir, lakin polikondensləşmədə isə monomerin reaksiya mərkəzinin quruluşu ilə eyni olur.

Polikondensləşmə reaksiyasının mexanizmi və reaksiya mərkəzlərinin quruluşu barədə kifayət qədər məlumat olmadıqda “reaksiya mərkəzi” termini əvəzinə “funksional qrup” terminindən istifadə olunur. Birləşmənin bu və ya digər sinfə mənsub olmasını təyin edən molekul hissəsi funksional qrup adlanır. Monomerin (oliqomerin, polimerin) xarakterik reaksiya qabiliyyətinə malik, funksional qruplarının sayı onun molekulyar (quruluş) funksionallığını müəyyən edir. Polikondensləşmə oliqomerləri həm bifunksional (molekulda iki reaksiya mərkəzi saxlayan), həm də polifunksional ola bilər. Oliqomerlərin polidispers olması ilə əlaqədar onların funksionallığının orta qiyməti (orta kütləli və ya orta ədədi ölçülü) təyin edilir.

OPTİKİ İZOMERLƏR. Bu izomerlik molekulda asimmetrik karbon atomunun olması ilə səciyyələnir:



D-izomer



L – izomer

Optiki izomerlər işığın polyarlaşma müstəvisini müvafiq sürətdə sağa və ya sola fırlatmağa qadirdir, yəni, müxtəlif xassələrə malikdir. Polimerlərdə m və n əvəzediciləri həmişə müxtəlifdir. Onlar əsas zəncirin uzunluğu ilə fərqlənən hissələridir.

ORTA ƏDƏDİ MOLEKUL KÜTLƏSİ. Orta ədədi molekul kütləsi durulaşmış polimer məhlullarında molekulların sayının təyininə əsaslanan metodlarla hesablanır:

- məhlulun donma temperaturunun azalması (krioskopiya);
- məhlulun qaynama temperaturunun yüksəlməsi (ebulioskopiya):
- makromolekullarda qrup sonluqların sayının təyini;
- məhlulun osmotik təzyiqinin təyini.

Bu metodlarla ölçülmə zamanı alınan M_n - nin kəmiyyətləri orta statistik molekula aid olan, polimer nümunəsində bütün molekulların kütlə cəmini ifadə edir:

$$\bar{M}_n = \sum \frac{N_i M_i}{\sum N_i}$$

burada, i 1-dən ∞ -dək dəyişir; N_i – molekul kütləsi M_i olan molekulların sayı.

ORTA KÜTLƏ MOLEKUL KÜTLƏSİ. Molekul kütləsinin bu təyin metodu ayrı-ayrı makromolekulların kütləsinin müəyyən edilməsinə əsaslanan metodlara aiddir: sedimentasiya sürətinin, diffuziya sürətinin, polimer məhlullarında işığın səpələnmə

məsinin. Orta kütlə molekul kütləsi M_w - polimerin bütün fraksiyalarının kütləsinin bir fraksiyanın kütləsinə aid olan fraksiyanın molekul kütləsinə nisbətidir:

$$\bar{M}_w = \frac{\sum W_i M_i}{\sum W_i} = \frac{\sum N_i M_i^2}{\sum N_i M_i},$$

burada W_i – molekul kütləsi M_i olan fraksiyanın molekul kütləsidir, yəni $W_i = N_i M_i$. N_i – molekul kütləsi M_i olan molekulların sayıdır.

ORTA ÖZLÜLÜK MOLEKUL KÜTLƏSİ. Bu molekul kütləsi polimerin orta kütlə molekul kütləsinə yaxındır və durulaşdırılmış məhlulların özlülyünün ölçülməsi ilə təyin edilir.

Əgər polimer molekulları bir-birinə çox yaxın ölçüdə ($M_n \approx M_w$) olan bir fraksiyadan ibarətdirsə, belə polimer monodispers polimer adlanır. Digər hallarda $M_n < M_w$ olduqda və $M_w/M_n > 1$ nisbəti polimerin polidisperslik ölçüsü sayılır.

ÖRTÜKƏMƏLƏGƏTİRİCİ TƏRKİBLƏR – lak-boya materiallarının əsas komponentləridir. Lak-boya materialları möhkəm səth üzərinə çəkildikdə bu materiallar örtük əmələ gətirmə qabiliyyətini təmin edirlər. Sintetik örtükəmələgətirici tərkiblər təbii örtükəmələgətiricilərə nisbətən daha çox əhəmiyyət kəsb edirlər. Belə ki, təbii örtükəmələgətirici tərkiblərlə müqayisədə sintetik örtük əmələgətiricilər əsasında daha stabil və müxtəlif xassələr kompleksinə malik örtük almaq olur. Üzvi örtükəmələgətiricilərlə yanaşı, element-üzvi örtükəmələgətiricilərə, xüsusən də silisium (Si) saxlayan üzvi polimerlərə olan maraq artmaqdadır.

Əksər örtükəmələgətiricilər xətti, yaxud şaxələnmiş quruluşa malik reaksiya qabiliyyətli oliqomerlərdir (alkid, fenolformaldehid, poliefir və epoksid qatranları, bir sıra akrilat birgə polimerləri və s.). Örtükəmələgətirici kimi, adətən, tərkibində reaksiya qabiliyyətli qrup saxlamayan nisbətən aşağı orta molekul kütləli polimerlər də (nitrosellüloza, termoplastik poliakrilatlar, perxlorvinil qatranları, xlor saxlayan polimerlər və s.) istifadə olunur. Toz halında olan boyalarda örtük əmələgətirici funksiyanı yüksək molekullu polimerlər, məsələn, polivinilbutiral yerinə yetirir. Örtük

əmələgəlmə prosesinin xarakterindən asılı olaraq örtükəmələgətirici tərkiblər 2 sinfə bölünür:

- Çevrilməyən (bərkiməyən, termoplastik, dönən);
- Çevrilən (bərkiməyən, termoreaktiv, dönməyən).

Birinci növ örtükəmələgətiricilər quruduqda kimyəvi çevrilməyə məruz qalmır və suyun, üzvi həlledicinin buxarlanması kimi fiziki proseslər nəticəsində örtük əmələ gətirir.

Çevrilən örtükəmələgətirici tərkiblər isə makromolekulun tərkibində funksional qruplar (hidroksil, karboksil, epoksid, aminoqrup, ikiqat rabitələr) saxlayır və polikondensləşmə, yaxud polimerləşmə kimi kimyəvi proseslər nəticəsində örtük əmələ gətirirlər.

Örtükəmələgətirici tərkiblər aşağıda sadalanan ümumi xassələrə malik olmalıdırlar:

- müdafiə olunan səthi yaxşı islatma qabiliyyətinə malik olmalı, həmin səthdə asanlıqla və bərabər paylanmalıdır;
- tərkibində metalın korroziyasına səbəb ola bilən suda həll olan maddələr saxlamamalıdır.

Otaq və yaxud yüksək temperaturlarda (80-200°C) qısa müddət ərzində (bir neçə dəqiqədən sutkaya qədər) qurumalıdır. Piqmentləşdirilmiş lak-boya materiallarında (boyalarda, şpatlyovkalarda) örtükəmələgətirici tərkib, həmin piqment və doldurucu hissəciklərinin səthini yaxşı islatmalı, bu hissəciklərdə adsorbsiya olunaraq, dispers mühit yaratmalı və bağlayıcı rolunu oynamalıdır. Yüksək molekullu polimerlərin (polivinilasetat, stirol-butadien birgə polimeri və s.) sulu disperlərinin (latekslərin) tətbiqi üzvi həllediciləri kənarlaşdırmaqla yanaşı, həm də tərkibində 50-60% quru qalıq olan sistemlərin alınmasını təmin edir (emulsiya boyları).

Örtüklərin əsas xassələrini - səthə adgeziya, bərklik, dartılma və əyilmədə möhkəmlik, nəm keçirməyə, temperatura davamlılıq və s. kimi xassələri, müvafiq kimyəvi tərkibli örtükəmələgətirici istifadə etməklə, yaxud örtükəmələgətiricini modifikasiya etməklə tənzimləmək olar. Belə ki, örtükəmələgətirici birləşmənin makromolekulunda olan poliar qruplar örtüyün metal səth üzərində

yaxşı adgeziyasını təmin edir. Örtükəmələgətirici birləşmənin makromolekulunda benzol, triazin, yaxud digər tsikllərin olması isə örtüyün bərkliyini, temperatura davamlılığını təmin edir və eyni zamanda onların elastikliyinə azalmasına səbəb olur.

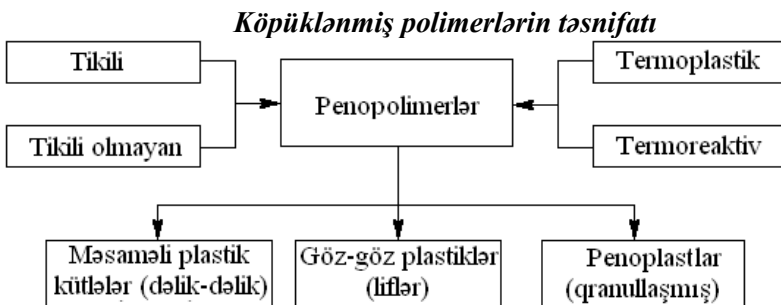
ÖZLÜ AXIN VƏZİYYƏTİ - amorf polimerlərin əsas fiziki hallarından biridir, bu zaman, mexaniki qüvvələrin polimerə təsiri dönməyən deformasiyaların yaranmasına gətirib çıxarır. Bu hal polimerin şüşələnmə temperaturundan bir qədər yuxarı temperaturlarda meydana çıxıb bilər, lakin bu halda əsas rolu yüksək elastikliyi deformasiyalar oynayır. Yüksək elastiklik və özlü axın vəziyyətləri arasındakı sərhəd şərtidir və materialın xüsusiyyətlərini xarakterizə etmək üçün seçilmiş metoddan asılıdır.

– P –

PENOPLAST (KÖPÜK PLAST) – köpükləndirilmiş (məsaməli) plastik kütlələr sinfinə aid materialdır.

Penoplastlar – tikintidə müxtəlif məsələlərin həlli üçün istifadə olunan üzlük materialdır (o penostiroldan da adlandırılır). Əsasən səs- və termo-izolyasiya üçün istifadə olunur.

Penoplast - bir-biri ilə bağlı, tərkibində 98% hava saxlayan qranullardan ibarətdir. Bununla yanaşı penoplastın bir neçə hazırlanma texnologiyası mövcuddur, bu da onun müxtəlifliyini müəyyən edir. Hər bir penoplast növünün özünə xas xassələri və xüsusiyyətləri vardır. Bu isə onların tətbiq sahələrini təyin edir.



Penoplastların növləri

Penoplastları şərti olaraq aşağıda sadalanan növlərə bölmək olar:

1. Polistirol (bax – Polistirol penoplast)
2. Poliuretan (bax – Poliuretan penoplast)
3. Polivinilxlorid (bax – Polivinilxlorid penoplast)
4. Polietilen (bax – Polietilen penoplast).

Aşağı həcmi kütlə və yüksək istilik-izolyasiya xassələri kimi üstünlüklərlə yanaşı penoplastların çatışmayan cəhətləri də var: aşağı möhkəmlik, yanma, çox da yüksək olmayan işçi temperatur, sıxılma, kiçilmə deformasiyası, ultrabənövşəyi və istilik şüalarının təsiri altında qocalma və cədvəldə verilmişdir.

Bir neçə penoplast növlərinin həcmi kütləsi və istilik keçirmə (quru halda) göstəriciləri

Penoplastın növü	Penoplast istehsal edən müəssisə	Sıxlıq, kq/m³	İstilik keçirmə, Wt/m·K
Polistirol əsaslı: ПСБ	Mitişşi kombinatı	35	0,048
ПСБ-С	“Stroyplastmass”		
-//-	Xlyupin zavodu	30	0,048
-//-	-//-	65	0,056
ПСБ	Minsk zavodu	60	0,052
Fenol-rezol:		30	0,046
ФПП-1 (pəneldən	Vladimir Sintetik		
fragment)	qatranlar zavodu	65	0,048
ФПП-5	-//-		
Perlitplastobeton	-//-	45	0,047
Panellər	-//-	100	0,066
Penopoliuretan	-//-	131	0,057
ППУ-306			

PIKNOMETRİYA - 20°C temperaturda məlum həcmli piknometrə yerləşən polimerin kütləsini təyin etmək üsuludur. Bərk polimerlərin sıxlığı eyni temperaturda suyun sıxlığı ilə müqayisə edilir.

PLASTİK KÜTLƏLƏRİN EMAL REJİMLERİ. Texnoloji emal rejimi tökmə (detalın) həcmindən, maşının konstruksiyasından və materialın xüsusiyyətlərindən asılıdır. Plastik kütlələrin emal texnologiyasının rejimi buraxılan məhsulun həcminə və xüsusiyyətlərinə nəzərə çarpacaq dərəcədə təsir göstərir. Hər bir polimerin ciddi şəkildə nəzarət edilməli olan optimal emal rejimi vardır. Poliarilatların texnoloji emalı rejimini seçdikdə qəlibləmə temperaturuna ciddi nəzarəti və poliarilatların yüksək temperaturda olma müddətinin məhdudlaşdırılmasını təmin etmək lazımdır. Qəlibləmə temperaturu ərimə temperaturundan 20-30°C-dən çox olmamalıdır. Poliarilatların ərintilərinin özlüklüyünün 10^5 - 10^6 Pa olduğunu və ozlü axıntının aktivləşmə enerjisinin 35-45 kkal/mol-a kimi yüksəldiyini nəzərə alaraq qəlibləmə prosesində yüksək təzyiqlə tələb olunur. Poliformaldehidin texnoloji emal rejimi pozulduqda onun kəskin qoxuya malik və gözün selikli qişasının qıcıqlanmasına səbəb olan, qaz halında formaldehidin ayrılması ilə qismən parçalanması mümkündür. Formaldehidin iyi havada aşağı qatılıqda olsa belə hiss oluna bilər. Texnoloji emal rejimi pozulduqda, xüsusən də temperatur müəyyən edilmiş həddən yuxarı olduqda, polimerlərin qismən parçalanması (termooksidləşdirici destruksiya) baş verir və bu, polimerin tək-cə fiziki və mexaniki xüsusiyyətlərinin pisləşməsi ilə deyil, həm də karbon dioksidin, formaldehidin, hidrogen xloridin və başqa qazların ayrılması ilə nəticələnir. Penoplastların texnoloji emal rejimi pozulduqda isə qismən parçalanma nəticəsində karbon dioksidin, hidrogen xloridin, formaldehidin, karbon turşusunun xloranhidridinin ayrılması müşahidə olunur. Texnoloji emal rejiminin normaları gözlənilmədikdə polimerlərin qaz halında olan destruksiya məhsulları nəzərə çarpacaq miqdarda ayrılır.

Plastmasların emalı zamanı texnoloji rejimlərin seçimi və təyinatı prinsiplial əhəmiyyət kəsb edir. Preslənmiş məhsulların qüsurları nəinki preslənən kompozisiya tərkiblərinin düzgün seçilməməsi, həm də texnoloji emal rejimlərinə əməl edilməməsi səbəbindən baş verə bilər. Belə ki, bir çox defektlər presləmə pro-

sesini aşağı temperaturda və təzyiqdə həyata keçirdikdə preslənmiş materialda uçucu maddələrin həddindən artıq miqdarda qalması, pressformanın səhv konstruksiyası və keyfiyyətsiz hazırlanması səbəbindən əmələ gəlir.

Kanallarının en kəsiyinin sahəsi məmulatın konstruksiyasından (çəki, ölçü, dəşiklərin və ya armaturun olması), preslənən kompozisiyanın tərkibinə daxil olan doldurucu və texnoloji emal rejimindən asılıdır.

Avadanlığın hazırlanmasında polimer kompozisiya tərkibinin qarışdırılmasının keyfiyyəti spiralvari oxun həndəsi parametrlərindən, xüsusən də (spiral oxun bucaqlarının maillik dərəcəsi və onların sayından), həmçinin texnoloji emal rejimindən asılıdır.

PLASTİK KÜTLƏLƏRİN EMALI – xüsusi avadanlıqda plastik kütlədən tələb olunan məmulatların və yaxud yarım fabrikatların alınmasını təmin edən kompleks proseslərdir. Plastik kütlələrin emalına məmulatın və formalaşdırıcı alətin rəşional konstruksiyasının layihələndirilməsi, polimerin emalının optimal metodunun və onu həyata keçirmə şəraitinin optimallaşdırılması, həmin metod üçün və sonrakı istismar şəraiti üçün materialın yararlı resepturasının işlənilib hazırlanması aiddir.

Emal metodlarını seçərkən materiala forma vermə anındakı fiziki halına əsaslanan təsnifatın aşağıdakı növlərindən istifadə olunur:

- özlü-axıcı halında olan polimerlərdən – təzyiq altında tökmə, ekstruziya, presləmə, bişmə və s;

- yüksək elastiki halda olan polimerlərdən bir qayda olaraq, vərəqlərdən və ya plyonkalı materiallardan istifadə etməklə - havasız şəraitdə formalaşdırma, pnevmoformalaşdırma, isti-isti ştamplama və s;

- bərk halda (kristal və ya şüşəyə bənzər) olan, yüksək elastikliyi məcburi bürüzə vermək qabiliyyətinə əsaslanan polimerlərdə - otaq temperaturunda ştamplama, yayma (прокатка) və s;

- polimer məhlullardan və disperslərdən istifadə edərək – sulamaqla plyonkaların alınması, formaya salmaqla məmulatları formalaşdırmaq, plastiozolların rotasion formalaşdırılması və s.

Plastik kütlələrdən hazırlanan məmulatları və yarımfabrikatları həmçinin mexaniki emala, qaynağa (termoplastdan hazırlanan məmulatlar), yapışdırmaya uğratmaq olar. Emalın spesifik metodları – sarıma, kontakt formalaşma və s. reaktoplastlar üçündür. Bu qrupa həmçinin birbaşa monomer məmulatların və yaxud polimer-monomer kompozisiyaların (formada polimerləşmə, təzyiq altında formada hopdurma və s.) formalaşma metodları da aiddir. Bəzi hallarda bir axında bir-neçə formalaşma metodları uzlaşır.

Köpüklənmiş materiallardan məmulatların formalaşma metodları xüsusi qrup təşkil edir. Onların hazırlanması zamanı yuxarıda sadalanan metodlarla yanaşı (tökmə, ekstruziya, presləmə və s.), həm də bəzi xüsusi qaydalar (penoplastlar üçün) tətbiq edilir.

Deformasiya xassələrini bir fiziki əmsalla – nyuton özlülüüyü ilə xarakterizə etmək mümkün olan, adi özlüklü mayelərdən fərqli olaraq, polimer ərintilərin özlülük xassələrini xarakterizə etmək üçün çox vaxt iki parametrlə asılılıqlara müraciət etmək lazım gəlir. Bu, ərintinin nəinki özlülük xassələrini təcrübi yolla təyin etmə texnikasını, həmçinin polimerlərin emalı proseslərinin nəzəriyyəsinə qurmaq üçün istifadə olunan riyazi aparatı da mürəkkəbləşdirir.

Polimerlərin relaksasiyası özlü polimerlərin anomaliya relaksasiya nəzəriyyəsi ilə əlaqədardır. Polimerlərin deformasiyası zamanı baş verənləri izah etmək üçün ümumiləşmiş mexaniki metodlardan geniş istifadə olunur. Polimer axınının bir çox xüsusiyyətləri normal gərginlik ilə bağlıdır. Üstünlük təşkil edən, termoplastik və termoreaktiv materialların emal proseslərində əsas işçi fonu polimer mühitin deformasiya proseslərinin nəticəsi olan, mexaniki amil təşkil edir. Ona görə, polimerlərin emal nəzəriyyəsinin qurulmasında ilk addım polimer materialların əsas xüsusiyyətlərini nəzərə alan, emal proseslərinin mexanikasının miqdarı təsvir metodunun yaradılmasıdır.

Mexaniki modelin qurulmasında hətta ən ciddi yanaşma belə, çoxsaylı məlum emal proseslərini bir-birindən başlanğıc və

son şəraitləri ilə fərqlənən ayrı-ayrı məsələlərin toplusu kimi baxmaq olar. Prinsip etibarı ilə hər bir məsələ bütün mühitin bu və ya digər formada yazılmış material balansı, energetik balans və ona göstərilən xarici təsirə qarşı müqaviməti əks etdirən reoloji tənlilikləri özündə cəmləşdirməlidir.

PLASTİK KÜTLƏLƏRİN MEXANİKİ SINAQLARI – plastik kütlələrin xassələrini təcrübi yolla təyin edən, mexaniki yükün təsiri altında materialın özünü necə aparacağını qiymətləndirməyə imkan verən üsuldur. Plastik kütlələrin xarakteristikalarının böyük əksəriyyəti sınaq aparılan şəraitdən: vaxtdan, yüklənmə sürətindən və temperaturdan asılıdır.

Plastik kütlələri mexaniki sınaqdan keçirməkdə məqsəd – xammalın, yarımfabrikatın və hazır məmulatın keyfiyyətinə nəzarət etməkdir. Plastik kütlələr yüksək elastik deformasiya qabiliyyətlidir, onların relaksasiya göstəriciləri isə gərginlikdən asılıdır. Ona görə, mexaniki xarakteristikalar çoxlu sayda göstəricilər və müxtəlif cihazlarla qiymətləndirilir. Geniş kompleks xarakteristikalardan materialın mühəndis qiymətləndirilməsi zamanı istifadə olunur. Bu xarakteristikalara aiddir: sıxılıq, gərginlik diaqramı – dartılma və ya sıxılma, dağılma zamanı deformasiya, möhkəmlik (dağıdıcı gərginlik), bərklik, elastikliyin statik modulu, dinamik modul, dartılma və yaxud sıxılma zamanı deformasiyanın zamandan asılılığı (sürüşmə), müəyyən deformasiyada gərginliyin relaksasiyası, sıxılmanın qalıq deformasiyası, mexaniki itkilərin göstəricisi (itkilərin tangens bucağı), uzun müddətli möhkəmlik, yorucu möhkəmlik (dözümlülük), yırtılmaya müqavimət, zərbə üzlülüyü, sürtünmə əmsalı, sürtünməyə davamlılıq, istiliyə davamlılıq (şüşələşmə temperaturu, yumşalma temperaturu), şaxtaya dözümlülük əmsalı, kövrəklik temperaturu. Yuxarıda sadalanan bütün sınaqlar üçün standart üsullar mövcuddur. Sınaq metodlarının müxtəlif ölkələrdə keyfiyyət üzrə fərqlənməsi sınağın nəticələrini tutuşdurmağa imkan vermir.

PLASTİK KÜTLƏLƏRİN PLASTİKLƏŞMƏSİ - materialın emal zamanı ərintiyə çevrilmə prosesidir. Plastik kütlələrin

plastikləşdirilməsi emal edilən qurğunun işçi hissələrinə xarici qızdırıcılardan, yaxud xarici və daxili sürtünmə nəticəsində istiliyin ötürülməsi zamanı materialın temperaturunun artması ilə bağlıdır. Proses polimerin destruksiyasının maksimum dərəcədə qarşısının alınması mümkün olan rejimlərdə həyata keçirilir. Plastikləşmə plastik kütlələrin emalı zamanı müstəqil bir mərhələ ola bilər və ya digər texnoloji proseslərlə eyni vaxtda həyata keçirilə bilər.

PLASTİKAT - plastikləşdirilmiş polivinilxloridin (PVX) termoplastik qarışıqlarının texniki adıdır. Plastikatin tərkibinə PVX və plastifikatordan başqa, stabilizatorlar (termostabilizatorlar və antioksidantlar), doldurucular, sürtkülər və piqmentlər daxildir. Plastik qranul, örtük, təbəqə şəklində istehsal olunur. Naqillərin və kəbellərin izolyasiyası üçün, şlanqlar, oyuncaqlar və s. istehsalında tətbiq edilir.

Plastikat qarışığının bütün komponentləri üçün ən vacib tələb onun dielektrik xassələrinin pisləşməsinə səbəb olan ionogen qarışıqların (ionogen maddələr kompozisiyaların emal prosesi və ya materialın istismarı zamanı PVX və plastifikatorların parçalanması nəticəsində yarana bilər) minimum miqdarda və ya heç olmamasıdır. Toz halında olan inqredientlərin (stabilizatorlar, doldurucular, piqmentlər və sürtkülər) hissəciklərinin ölçüsü 2-10 mikrondan çox olmamalıdır.

PLASTİKLƏRDƏ STATİK ELEKTRİK YÜKÜ. Elektrik yükü adətən müxtəlif elektron itirmə qabiliyyətinə malik iki materialın sürtünməsi nəticəsində yaranır. Materiallardan biri elektron itirir və müsbət yüklənir. Digəri isə elektron qazanır və mənfi yüklənir. Yükün miqdarı təmas dərəcəsindən, fiziki xüsusiyyətlərdən, materialı əhatə edən mühitdən və onun elektrik xüsusiyyətlərindən asılıdır:

- *dielektrik sabiti*: səth yükünün sıxlığı ilə sahə gərginliyi arasındakı mütənasiblik sabitidir. Aşağı dielektrik sabitinə malik materiallar yüksək səth potensialları fərqi yaratmağa qadirdir;

- *xüsusi müqavimət*: materialların təmas nöqtələrində və ya fasiləsiz işləyən texnoloji avadanlıqların müəyyən yerlərində

mövcud olan lokal bir hadisədir. Yükün boşalması material vasitəsilə baş verə bilər və bu hal da xüsusi həcm müqavimətindən asılıdır. Yük axını materialın səthi boyunca da baş verə bilər. Bu halda axının səmərəliliyi xüsusi səth müqaviməti ilə müəyyən edilir.

Hər bir halda, aşağı xüsusi müqavimət yük axınına kömək edir və potensiallar fərqi azaldır. Səth müqaviməti nisbətən asanlıqla dəyişdirilən və ən az yan təsirlərə malik göstəricidir. Bu məqsədlə antistatiklərdən istifadə olunur.

Tətbiq üsuluna görə, antistatiklər daxili (antistatik agent digər əlavələrlə birlikdə polimerə kompaundlaşma mərhələsində daxil edilir) və xarici (antistatik agent məhsulun səthinə çəkildikdə) olmaqla fərqləndirilir.

Xarici antistatiklər. Məhsulun səthinə antistatik örtük tətbiq etmək elektrik yükünün toplanmasının qarşısını almaq üçün ucuz və təsirli bir üsuldur. Örtük alınması bütün hallarda antistatikin 1-2% suda və ya başqa bir həlledicidə məhlulundan istifadə edərək, püskürtmə, məhlulun içinə batırma və ya islatma vasitəsilə tətbiq oluna bilər. Xarici antistatik maddələr müxtəlif polimerlərdə istifadəyə uyğundur, lakin onların təsiri zamanla məhduddur. Belə antistatik maddələrin əsasını adətən dördlü ammonium duzları təşkil edir və bu, bir qayda olaraq, qida ilə təmasda istifadəni istisna edir.

Daxili antistatik maddələr. Daxili antistatiklər statik elektrikin toplanmasının qarşısının uzun müddətli alınmasını təmin edir. Polimer birləşmələrinin tərkibinə daxil olan bu reagentlər hazır məhsulların səthinə miqrasiya edir. Antistatik təsir atmosfer rütubəti ilə qarşılıqlı təsir yolu ilə əldə edilir, belə ki, bunun nəticəsində elektrik axınını sürətləndirən elektrik keçirici təbəqə əmələ gəlir.

Atmosfer rütubəti antistatiklərin fəaliyyəti üçün ilkin şərt olduğundan, nisbi rütubətin artması ilə onların antistatik effektivliyi artır.

SKP-PN 402.00.013 markalı *superkonsentrat* daxili antistatikin təsir mexanizminə uyğun işləyir, bu səbəbdən onun istifadəsi ilə hazırlanan məmulatlar daxili antistatik agentlərin üstünlüklərinə malikdirlər.

Daxiletmə üsulu. Superkonsentrat antistatik qatqılar, əlavə edilən miqdarın tənzimlənməsi rahat və asan olan sərbəst qranullar şəklində buraxılır və qarışdırıqda yüksək dispersliyi təmin edirlər. Polimer ilə qarışdırma, adətən, rəng komponentlərinin və digər əlavələrin qarışdırılması ilə eyni vaxtda in-line mikserlərdə və ya ekstruderlərdə aparılır. Bu tip antistatiklər piqment komponentlərinə dispersant kimi təsir etməklə əlavə faydanı təmin edirlər.

Polimerlərə bu antistatiklərin əlavə edilməsinin tövsiyə olunan miqdarları cədvəldə verilmişdir:

Polimer	Konsentratın miqdarı, % (kütlə)
Polietilen <i>örtük</i> <i>qatqı</i>	0,5 – 3,0 <i>0,5-a qədər</i> <i>3.0-a qədər</i>
Polipropilen <i>örtük</i> <i>qatqı</i>	0,5 – 3,0 <i>2.0-a qədər</i> <i>4.0-a qədər</i>

Kifayət qədər antistatik effekt, bir qayda olaraq, texnoloji proses başa çatdıqdan sonra, daxil edilən əlavənin miqdarından asılı olaraq 0-72 saat ərzində əldə edilir. Antistatik effektin alınma sürətini, həm də təsir müddətini əlavənin qatılığını artırmaqla əldə etmək olar. Bununla belə, antistatik agentin miqdarının həddindən artıq çox olması məhsulların səthinin yağlanması ilə nəticələnə və polimer materialının çap xüsusiyyətlərinə mənfi təsir göstərə bilər.

Tətbiq xüsusiyyətləri. Antistatik əlavənin istifadəsinin effektivliyi əsasən son məhsulun istehsal texnologiyası ilə müəyyən edilir. Texnoloji rejim polimerlərin morfolojiyasına təsir etməklə, antistatik agentin miqrasiya xüsusiyyətlərinə də təsir

göstərir. Məsələn, təzyiq altında tökmə üsulu ilə qəliblənmiş məmulatın antistatik xüsusiyyətləri bu prosesin aparıldığı temperaturdan asılıdır. Bu prosədə temperaturun azaldılması ümumiyyətlə miqrasiyanı gücləndirir və bununla da antistatik effekti yaxşılaşdırır.

PLASTİKLƏŞDİRMƏ - polimerin elastikliyinə və ya plastikləşən polimer məmulatının istismar və emal şəraitində plastikliyini artıran birləşmələrin daxil edilmə prosesidir. Praktikada plastikləşdirici və polimerin termodinamik uzlaşması plastikləşdirmə prosesinin vacib şərtidir və polimer ilə plastikləşdiricinin təbiətindən asılıdır. Bu prosədə müşahidə edilən halları izah etmək üçün polimerin vahid plastikləşdirilmə mexanizmi yoxdur, yəni plastikləşdiricini seçmək, onun polimerə təsirini qiymətləndirmək üçün universal yanaşma üsulu mövcud deyil. Bu isə öz növbəsində polimerlərin plastikləşdirilməsi problemini çətinləşdirmiş olur. Polimer məmulatların çeşidinin çox olması, istismar şəraitlərinin müxtəlifliyi ilə əlaqədar bu materialların göstəricilərinə qoyulan çoxsaylı rəngarəng tələbat kompozisiya tərkiblərinin alınmasında istifadə olunan polimerlərin məhdud olması ilə əlaqədar tam təmin olunmur.

Bu problem iki yolla həll edilir:

– birinci yol, tələb olunan göstəricilərə malik yeni polimerlərin sintezi sahəsində intensiv tədqiqatlar aparılmasına əsaslanır. Bu yol nisbətən uzun vaxt tələb edir, çünki yeni monomerlərin sintezi və onların istehsalının təşkili tələb olunur.

– ikinci yol, məhdud sayda mövcud olan əsas polimer tərkiblərinin xassələrinin modifikasiyasına əsaslanır. Modifikasiya asan əldə edilən monomerlərin statistik və ya blok birləşmələri alınması ilə birləşmələri, əsas polimer zəncirinə digər polimer zəncirləri calamaq, polimeranaloji çevrilmələri həyata keçirmək, müxtəlif polimerləri qarışdırmaq və doldurulmuş, armaturlaşdırılmış polimer sistemlərin alınmasına əsaslanır. Qeyd edilmiş bu problemləri həll etmək üçün polimerlərin plastikləşdirilməsi tələb olunur.

Polimerin plastikləşdirilməsi onun şüşəyəbənzər halı ilə yüksək elastiklik halı arasında intervalı artırmağa imkan verir. Polimerə əlavə edilmiş plastikləşdiricinin miqdarı onun polimerlə qarışan miqdarından çox olarsa plastikləşdiricinin artıq miqdarı polimer sistemin emal, saxlanma və istismarı zamanı sistemdən ayrılıla bilər.

Bəzi xüsusi şəraitlərdə plastikləşdiricinin polimerdə bərabər paylına bilməyəcəyi çox az miqdarında belə plastikləşdirici effekt əldə edilir. Bu halda fiziki-mexaniki və termiki-mexaniki xassələrin dəyişməsi plastikləşdiricinin nisbətən iri molekulüstü struktur hissəcikləri arasındakı sərhəddə təsiri nəticəsində baş verir.

Plastikləşdirmə üsulları. Polimer-plastikləşdirici ikili sistemin xassələri plastikləşdirmə üsulundan asılıdır:

– polimerin plastikləşdirici məhlulunda həll edilməsi ilə (plyonka istehsalı), məsələn dərinin hazırlanması;

– plastikləşdirici məhlulundan və ya emulsiyadan plastikləşdiricinin polimer və ya polimer materialla sorbsiyası (sellüloza, polivinilxlorid, poliamid törəmələrinin və s. istehsalı);

– polimerləşmə və polikondesləşmədən əvvəl monomərə plastikləşdiricinin əlavə edilməsi (fenolformaldehid və karbamidformaldehid qatranlarının, poliefirlərin istehsalı və s.);

– emaldan əvvəl polimer emulsiyasına plastikləşdiricinin daxil edilməsi;

– polimerin plastikləşdirici ilə birbaşa emalı (sellüloza nitrat, plastizol və s. məmulatların istehsalı).

Plastikləşdiricinin polimerin şüşələşmə və axma temperaturuna təsiri. Polimerin emal olunma temperaturu intervalının genişlənməsinə səbəb olan şüşələşmə (T_g) və axma temperaturlarının (T_T) aşağı düşməsi böyük praktik əhəmiyyətə malikdir. Polimerin şüşələşmə temperaturunun aşağı salınması onun şaxtaya davamlılığını artırır. Polimerin axma temperaturunun aşağı salınması böyük texnoloji əhəmiyyət kəsb edir. Bu xüsusilə axma və parçalanma temperaturları yaxın olan polimerlər üçün vacibdir.

Polimerin şüşələşmə temperaturuna plastikləşdirici molekulunun konfigurasiyası və konformasiyası böyük təsir göstərir. Digər şəraitlər eyni olduqda müxtəlif konformasiya formalarını ala bilən elastik, mütəhərrik molekulaya malik olan plastikləşdiricilər daha effektivdirlər. Plastikləşdiricilərin homoloji sırasındakı molekulların elastikliyi sabit olduğu halda molekul kütləsi artdıqca plastikləşdirici effekt azalmış olur. Bütün bu qeyd edilən qanunauyğunluqlar polimer və plastikləşdirici uyğunlaşa bilən halda özünü doğruldur. Sərt zəncirə malik polimerlər ümumiyyətlə yüksək elastiki hala keçməyə bilər və ya çox zəif elastiklik müşahidə edilir. Bu halda plastikləşdirici polimeri şüşəvari haldan yüksək axıcı hala keçirir.

Plastikləşdiricinin mexaniki xassələrə təsiri. Plastikləşdirmə nəticəsində polimerin yüksək elastiki və məcburi yüksək elastiki deformasiya qabiliyyəti artır. Polimeri plastikləşdirdikdə onun elastiklik modulu, möhkəmliyi və istismar müddəti tərkibdə plastikləşdiricinin miqdarı artdıqca tədricən azalır. Bəzən az miqdarda plastikləşdirici əlavə etməklə polimerin möhkəmliyinin artması müşahidə edilir. Bu hal polimerlərin şüşələşmə temperaturundan yüksək və ya aşağı temperaturlara üçün xarakterikdir.

Elastomerlərdə möhkəmlik göstəricisinin qismən yüksəlməsi dartılma zamanı uzanma göstəricisinin yüksəlməsi ilə birgə müşahidə edilir. Bu hal dartılmada makromolekulun oriyentasiyasının asanlaşması ilə əlaqədardır.

Kristallik polimerlərin plastikləşdirilməsi onların ərimə temperaturunu dəyişmədən şüşələşmə temperaturunun azalması ilə nəticələnir. Plastikləşdirmədə dinamik yüklənmə zamanı daxili sürtünmədə itkilər dəyişir. Mexaniki itkinin tangens bucağının maksimum göstəricisi sabit tezlikdə sınaqlar zamanı qarışıqda plastikləşdiricinin miqdarı artdıqca aşağı temperatura tərəf istiqamətlənir.

Dinamik yükləmə zamanı kauçuklarda daxili sürtünmə itkisi plastikləşdiricinin miqdarı artdıqca əvvəlcə kəskin, müəyyən qatılığa çatdıqdan sonra isə nəzərə çarpmayan dərəcədə azalmış

olur. Dinamik yükləmə zamanı yorğunluğa qarşı müqavimət daxili sürtünmədə enerji itkisindən və polimer sistemin möhkəmliyindən asılıdır.

Plastikləşdiricinin polimerlərin dielektrik xassələrinə təsiri. Polimerin tərkibinə plastikləşdiricinin daxil edilməsi onun dielektrik xassələrini pisləşdirir. Plastikləşdiricinin molekulu polyar olduqca polimerin dielektrik itkisinin tangens bucağı və dielektrik nüfuzluğu yüksək olur. Polimerə polyar plastikləşdiricinin daxil edilməsi ilə onun xüsusi müqaviməti azalmış olur. Bu bir tərəfdən polimerdə elektrik yükünü daşıyan hissəciklərin mütəhərrikliliyinin artması, digər tərəfdən də daşıyıcıların sayınının artması ilə əlaqədardır. Plastikləşdirmə polimerin elektrik möhkəmliyini azaldır.

Quruluş plastikləşdirilməsi. Bəzi hallarda polimerin tərkibinə az miqdarda plastikləşdirici daxil etməklə onun xassələrinin nəzərə çarpacaq dərəcədə dəyişməsinə nail olmaq mümkün olur. Bu prosesin mexanizmi qatqının, yəni plastikləşdiricinin moleküllü hissələr arasında paylanması ilə onlar arasında əlaqənin zəifləməsi və onların mütəhərrikliliyinin artması ilə əlaqədardır. Az miqdar qatqı əlavə etməklə plastikləşdirmə quruluş plastikləşdirilməsi adlandırılır. Effektiv quruluş plastikləşdirilməsinə nail olmaq üçün polimerə çox da yüksək olmayan termodinamik oxşarlığa malik birləşmələrdən istifadə edilir.

Antiplastikləşdirmə. Şüşəvari halda olan polimerə bəzi maddələrdən az miqdarda daxil etdikdə onun elastiklik modulu yüksələ bilər. Bu zaman qırılmada uzanma və zərbə özlülüyü bir qayda olaraq azalır. Polimerin mexaniki xassələrinin belə dəyişməsi plastikləşdirilmə zamanı müşahidə olunan dəyişikliyə əksdir. Bu səbəbdən bu effekt antiplastikləşdirmə adlandırılır. Elastiklik modulu və möhkəmliyin sabit temperaturda və dartılma sürətində yüksəlməsi əlavə edilən plastikləşdiricinin yalnız müəyyən miqdarında müşahidə edilir. Plastikləşdiricinin miqdarının sonrakı artımı polimerin plastikləşdirilməsi zamanı olduğu kimi bu göstəricilərin azalmasına gətirib çıxarır.

Antiplastikləşdiricilərin fərqli cəhətlərindən biri şüşələşmə temperaturundan aşağı temperaturalarda ikinci relaksasiya keçidi ilə bağlı molekulyar mütəhərriqliyi zəiflətmək və ya qarşısını tamamilə almaq qabiliyyətidir. Antiplastikləşdirmə zamanı polimerin şüşələşmə temperaturu aşağı düşür.

Antiplastikləşdirmə sərt polyar polimerlərə (polikarbonatlar, heterozəncirli poliefirlər, sellülozanın triasetatı və s.) xasdır. Effektiv antiplastikləşdiricilər tərkibində polyar atomlar, məsələn, xlor, azot, oksigen, kükürd saxlayan və yüksək şüşələşmə temperaturuna malik polimerlərlə uyğunlaşan maddələrdir.

Antiplastikləşdirmə – bir sıra effektlərin təsirinin nəticəsidir. Bura polimerin sərbəst həcmnin azalması, tərkibə sərt antiplastikləşdirici molekullarının daxil olması nəticəsində onun polyar qrupları arasında qarşılıqlı əlaqənin güclənməsi aiddir.

PLASTİKLİK. Kauçuk və rezinlərin plastikliyi yarımfabrikat rezin məmulatlara bu və ya digər formanın verilməsinə imkan yaradır. Plastik deformasiya – ϵ_{pl} materiala mexaniki yükün təsiri zamanı arasıkəsilmədən artır və bu təsir başa çatdıqdan sonra da itmir. Kauçuk və rezin qarışıqlarının emal temperaturuna yaxın şəraitlərdə sınaqların aparılması bu materialların texnoloji xassələrini göstəricilərlə əks etdirməyə imkan yaradır. Belə ki, Muni vizkozimetrində ölçülmüş özlülük göstəricisinə əsasən kauçuk və rezin qarışıqlarının deformasiyaya qarşı ümumi müqaviməti haqqında; elastikliyin bərpa olunması polimerin emal prosesində yerləşməsi barədə; “özlülüyn dəyişməsinə” əsasən isə materialın strukturunun bircinsli olmaması və məmulatın səthinin hamar olmaması barədə fikir yürüdürlər.

Plastik materiallar ekstruziya və təzyiq altında tökmə üsulu ilə asanlıqla emal olunur. Yüksək elastiki vəziyyətdə olan polimerlərin axma prosesi daim onların dönmən və dönməyən deformasiyaları ilə müşayiət olunur və bunlardan dönməyən deformasiyalar sistemin özlülük xassələri ilə bağlıdır. Lakin polimerlərdə relaksasiya proseslərinin zəif sürətli olması səbəbindən tam deformasiyanı dönmən və dönməyən deformasiyalara bölmək olduqca çətindir. Bu məsələ materialın sürüşmə deformasiyasına aid sınaqları zamanı

nisbətən asan həll olunur, belə ki, bu halda adətən kifayət qədər böyük tam deformasiyalar həyata keçirmək mümkün olur. Bu zaman deformasiya son həddə kimi yüksəlir və onun sonrakı artımı özlü axının dönməyən deformasiya sürətinə bərabər olur və axının stasionar rejimi yüksək elastiki deformasiyanın relaksasiya proseslərinin inkişafının başa çatması ilə üst-üstə düşür.

PLASTİKLƏŞDİRİCİLƏR (PLASTİFİKATORLAR) - polimerlərə emal və istismar şəraitində onların tələb olunan elastikliyi və plastikliyi təmin etmək üçün əlavə edilən birləşmələrdir. Adətən plastikləşdiricilər dənəvərvari, toz kimi inqredientlərin dispersləşməsini asanlaşdırır, polimer kompozisiyalarının emal temperaturunun aşağı düşməsinə təmin edirlər. Bəzi plastikləşdiricilər polimerin yanmaya qarşı davamlılığını, termiki və işığın təsirinə qarşı stabilliyini təmin edir.

Plastikləşdiricilər kimi istifadə edilən maddələr aşağıda qeyd edilmiş tələblərə cavab verməlidirlər:

- polimerlə qarışmalı, başqa sözlə polimerə kifayət qədər böyük miqdarda əlavə edildikdə onunla qarışaraq davamlı qarışıq əmələ gətirmək keyfiyyətinə malik olmalı;
- az uçucu, iysiz və rəngsiz olmalı;
- yalnız normal temperaturda deyil, aşağı temperaturlarda da plastikləşdirici effekt göstərməli;
- kifayət qədər yaxşı, plastikləşdirilən polimerdən aşağı olmayan kimyəvi davamlılığa malik olmalı;
- plastikləşdiricilər polimerlərdən yağların, həlledicilərin, sabunun, yuyucu maddələrin təsiri ilə ekstraksiya olunmamalı, onun dielektrik xassələrini pisləşdirməməlidirlər.

Adətən plastikləşdiriciləri kimyəvi təbiətinə, polimerə uyğunlaşma dərəcəsinə görə təsnif edirlər. Polimerlərlə uyğunlaşma dərəcəsinə görə plastikləşdirici birinci (yaxşı uyğunlaşma) və ikinci dərəcəliyə (müəyyən hədd daxilində uyğunlaşma, qarışma) bölünürlər.

İkinci dərəcəli plastikləşdiricilər vaxt keçdikcə maye damlları və ya kristallik törəmə şəklində polimerdən ayrılaraq məmulatın səthinə qalxır.

Polimerlə plastikləşdiricinin uyğunlaşması plastikləşdirici və polimerin quruluşu və polyarlığından asılıdır. Plastikləşdiricinin birinci və ikinci dərəcəli kimi bölgüsü şərtidir. Plastikləşdiricinin polimerə uyğunlaşması temperaturdan, təzyiqdən, havanın nəmlik dərəcəsindən, günəş şüasının, radiasiyanın intensivliyindən və digər amillərdən nəzərə çarpacaq dərəcədə asılı ola bilər.

Ən effektiv plastifikatorlar sırasına aromatik, alifatik karbon turşularının efirləri, qlikollar və monokarbon turşularının efirləri, fosfat turşusunun efirləri, poliefirlər, epoksidləşdirilmiş birləşmələr aiddir.

POLİBUTADIEN – butadien 1,4 sis, 1,4 trans və 1,2 vəziyyətlərində polimerləşir. Bundan əlavə, istifadə edilən katalizatorun təbiətindən, polimerləşmə üsulundan və şəraitindən asılı olaraq göstərilən struktur vahidlərinin müxtəlif nisbətlərdə və zəncir boyunca paylanması ilə fərqlənən polimerlər əmələ gəlir.

Stereospesifik polimerləşmə üsullarından istifadə edərək dörd stereorequlyar polibutadien alınmışdır: 1,4-sis-polibutadien, 1,4-trans-polibutadien, 1,2-izotaktik və 1,2-sindiotaktik polibutadien, 1,4-trans-polibutadien, 1,2-izotaktik və 1,2-sindiotaktik polibutadien xətti quruluşlu, liflər əmələ gətirə bilən, kristallaşan, ağ rəngli lövhələrdir.?

Tərkibində 70-90%-dən az 1,4-trans- və ya 1,2- izotaktik və ya sindiotaktik struktur manqalar olan 1,4-sis-polibutadien, statistik polibutadien və blok sopolimerləri-elastomerlərdir.

Butadien əldə etmək üçün neft emalı qazlarının və səmt qazlarının tərkibində olan n-butan və ya n-butilenlərin katalitik dehidrogenləşdirilməsi ən perspektiv sənaye üsuludur.

POLİETİLEN PENOPLASTLAR. Müxtəlif qazlarla köpükləndirilmiş polietilen polimer əsaslı kompozisiya materialıdır. Belə materialdan sınaq əşyaları, bəzi texniki məmulatların bükülməsində istifadə edilir. Plyonka adlanan bu material içərisi hava dolu qabarcıqlardan ibarətdir. Belə material çox elastikdir, əşyaları zədələnmədən qoruyur. Qalınlığı müxtəlif - bir neçə millimetrdən bir neçə santimetrədək ola bilər. Adətən bu material əyilən vərəq şəklində (yarım şəffaf) istehsal olunur.

POLİMER ƏRİNTİSİNİN SULANMASI İLƏ PLYONKALARIN ALINMASI. Soyuq və ya qızdırılmış cilalanmış səthə polimer ərintisinin çəkilməsi – hazırda məhdud tətbiq olunan, qədim sənaye üsullarından biridir. Bu üsulla əsasən sellüloza əsaslı plyonkalar istehsal olunur. Üsul aşağıdakı əməliyyatlardan ibarətdir:

1. Polimer məhlulunun hazırlanması.

2. Polimer məhlulunun cilalanmış səthə çəkilməsi (sonsuz metal lent və yaxud baraban).

3. Polimerin həlledicidən ayrılması. Bu əməliyyatı müxtəlif metodlarla həyata keçirmək olar. Xüsusi tərkibli çökdürücü vanada polimerin çökdürülməsi və buxarlandırmaqla qurudulması. Plastizollardan plyonkaların istehsalı zamanı polimerdən həlledicinin ayrılması mərhələsinin əvəzinə gel əmələgəlmə həyata keçirilir. Bu zaman plastizol bərkiyərək, gelə çevrilir. Polimer məhlulunu tökməklə alınan plyonka termiki emal vasitəsilə daxili gərginlikdən azad olunur. İstiliyə davamlı heterotsiklik polimerlərin (poliamidlər, polibenzimidazollar və s.) əsasında plyonkaların hazırlanması iki mərhələdə gedir: 1) təsvir olunan metod üzrə forpolimer məhlulun tökülməsi ilə plyonkaların hazırlanması; 2) forpolimerin tsiklləşməsi.

POLİMER ƏRİNTİSİNİN EKSTRUZİYASI – polimerə müəyyən formanın verilməsi prosesidir. Emal olunan materiallar özlü axıcı hala keçid zamanı termiki destruksiyaya məruz qalmadıqda tətbiq olunur.

Sintetik polimerlərin əksəriyyəti bu metodla emal olunur. Bunun üçün halqa və ya deşikli yastı başlıqlı ekstruderlərdən istifadə olunur. Halqalı başlıqdan istifadə zamanı polimer ərintisi qolcuq şəklində ekstruziya olunur, deşikdən çıxdıqdan sonra sıxılmış hava tərəfindən dartılır. Bu isə plyonkanın iki oxlu oriyentasiyasına gətirib çıxarır. Bu metod daha məhsuldar və iqtisadi baxımdan səmərəlidir. Deşikli yastı başlıqlı ekstruderdən istifadə üsulu oriyentasiya olunmayan plyonkaları formalaşdırmağa imkan verir. Kristallaşan polimerlərdən hazırlanan plyonkalar ori-

yentasiyadan sonra kristallaşmağa məruz qalır. Bunun nəticəsində plyonkaların möhkəmlik xassələri kəskin surətdə yaxşılaşır və struktur stabilləşir.

POLİMERİ KALANDRLAMAQLA PLYONKALARIN ALINMASI. Polivinilxloriddən kalandr üsulu ilə plyonkalar alınır. Bu metod aşağıdakı məqsədlər üçün həyata keçirilir: 1) polimer materialdan fasiləsiz olaraq lent hazırlanması; 2) parçanın üzərinə polimer material çəkilməsində (ehtiyac olduqda); 3) əvvəlcədən formalaşdırılmış lentin yeni əlavəsinin hazırlanmasında.

Valslamadan fərqli olaraq kalandrlamada polimer material vallar arasındakı kiçik boşluqdan yalnız bir dəfə keçir. Hamar səthli vərəq və ya plyonka əldə etmək üçün polimer material bir neçə kiçik məsafədən (adətən 2 və ya 3) buraxılır. Kalandrlamanın mexaniki görünüşü daha çox valslamaya bənzəyir.

Rezin sənayesində kalandrlama aşağıdakı texnoloji proseslərdə istifadə olunur:

1. Qalınlığı 0,5-1,5 mm olan, sonsuz vərəqlər almaq üçün rezin qarışıqlarının vərəq halına salınması;

2. Profilirə olunmuş əşyaların, məsələn, bir tərəfi relyef na-xışı olan ayaqqabı altının profilli kalandrda istehsalı;

3. Qalınlığı 1,5 mm olan parçaların istehsalında vərəqlərin ikincisinin hazırlanması üçün dubllaşdırılması (ikiqat olunması)?.

4. Rezin qarışığı parçanın sapları arasından basılmaqla parçanın rezinləşdirilməsi (ikiləşdirmə).

POLİMER KOMPOZİT MATERİALLAR (PKM) iki və ya daha çox komponentdən ibarət olub, aralarında aydın sərhəd olan süni şəkildə yaradılmış, müxtəlifçinsli bərk materialdır. Əksər kompozitlərdə (laminatlar istisna olmaqla) komponentlər matrisaya (və ya bağlayıcıya) və ona daxil olan möhkəmləndirici elementlərə (və ya dolduruculara) bölünürlər. Konstruksiya materialı kimi istifadəyə nəzərdə tutulmuş kompozitlərdə möhkəmləndirici elementlər, yəni doldurucular adətən materialın zəruri mexaniki xüsusiyyətlərini (möhkəmlik, sərtlik və s.) təmin edir, matrisa isə bu elementlərin birgə işini təmin edir və onları mexaniki zədələnmədən və aqressiv kimyəvi mühitlərdən qoruyur.

Kompozisiyanın mexaniki xüsusiyyətləri möhkəmləndirici elementlərlə matrisanın xassələrinin nisbəti, eləcə də aralarındakı əlaqələrin möhkəmliyi ilə müəyyən edilir. Hazırlanan məmulatın xassələri və xüsusiyyətləri ilkin komponentlərin seçimindən və onların hazırlanma texnologiyasından asılıdır.

Möhkəmləndirici elementlər və matrisa qarışdıqda, uzlaşdıqda yalnız ilkin komponentlərin xüsusiyyətlərinə deyil, həm də fərdi komponentlərin malik olmadığı bir sıra yeni xüsusiyyətlərə malik olan kompozisiya tərkibi yaranır. Məsələn, möhkəmləndirici elementlər və matrisa arasında sərhədin olması materialda çatların əmələ gəlməsinin qarşısını nəzərə cərpacaq dərəcədə alır və kompozisiyalarda homogen materiallardan fərqli olaraq, statistik möhkəmliyin artması parçalanma özlülüyünün göstəricilərinin azalmasına deyil, bir qayda olaraq artmasına səbəb olur.

Kompozitlər doldurucunun növünə görə təsnif edilir:

- lifli (möhkəmləndirici komponent - lifli strukturlar);
- qatlı, laylı;
- doldurulmuş plastiklər (möhkəmləndirici komponent - hissəciklər);

- səpilmiş (homogen);

- skelet (bağlayıcı ilə doldurulmuş ilkin strukturlar).

Kompozitlər bəzən də matrisa materialına görə təsnif edilir:

- polimer matrisalı kompozitlər;
- keramika matrisalı kompozitlər;
- metal matrisalı kompozitlər;
- oksid-oksit kompozitləri.

Kompozit materialların çatışmayan cəhətləri:

- xassələrin anizotropiyası;
- aşağı zərbə özlülüyü;
- yüksək xüsusi həcm;
- hiqroskopiklik;
- toksiki olması;
- aşağı istismar xassələri.

POLİMER LAXTASI (STUDENİ) - polimer-həlledici tipli sistemlərdir, onların deformasiyası üçün axının praktiki olaraq tam olmadığı, böyük dönən deformasiya səciyyəvidir. Laxta qrupuna aid polimer sistemləri eyni qatılıqda olan polimer məhlullarından fərqli olaraq axıcı olmaması ilə müəyyən olunur.

Polimer laxtalar bir-neçə tipə bölünür:

Birinci tip – tikilmiş polimerlərin şişməsi zamanı əmələ gəlir. Tikilmiş polimerin şişməsi zamanı həlledici ilə onun arasında miqdarı tarazlıq yaranır. Bu tarazlıq qarşılıqlı təsirin intensivliyindən (komponentlərin aktivliyindən), makromolekulların elastikliyindən və zəncirin tikiş yerləri arasındakı sahələrin orta uzunluğundan asılıdır.

Çox böyük tezlikdə tikilmə zamanı polimer cüzi şişir və xassələrinə görə ilkin polimerdən az fərqlənir. Bu zaman polimer laxtası yüksək elastiklik modulu və kiçik dönən deformasiya ilə xarakterizə olunur.

Kiçik tezlikdə tikilmə zamanı şişmə dərəcəsi çox yüksək olur. Tarazlıq halında polimerin qatılığı sistemdə 10-20% təşkil edə bilər. Belə şişmiş polimerin dönən deformasiyası kəskin sürətdə artır. Lakin, makromolekullar öz aralarında möhkəm kimyəvi rabitələrlə birləşdiyi üçün axma baş vermir.

İkinci tip – temperatur və tərkib dəyişdikdə polimer məhlullar tərəfindən yaranır. Polimer məhlulları soyudulduqda onların özlülüyü monoton sürətdə artır. Lakin, bəzən müəyyən temperatur əldə edildikdə özlülüyün sıçrayışla yüksəlişi baş verə bilər. Bu zaman sistem axarlığını itirir (zülal maddələrinin məhlulları ikinci tipə aiddir). Belə bir proses həlledici ilə hidrogen rabitəsi əmələ gətirən (metil- və oksietilsellülozanın sulu məhlulları) bəzi polimerlərdə soyutma zamanı deyil, məhlullar qızdırıldıqda müşahidə olunur.

Nəzərdən keçirilən bütün hallarda laxtalaşma sisteminin polimeri ilə həlledicinin məhdud uzlaşma sahəsinə keçidi nəticəsində baş verir, yəni, ikifazlı sistem əmələ gəlir. Bu zaman polimer faza sisteminin yüksək qatılıqlı matrisasını əmələ gətirir və onun əsas xassələri üçün məsuldur.

Birinci tip laxtalaşma yalnız tikilmiş polimerlərin şişməsi zamanı deyil, habelə tikici agentin xətti polimer məhluluna əlavə edilməsi zamanı da baş verə bilər. Həllədicinin həcmi əmələ gələn üçlü polimerin maksimal şişmə dərəcəsinin qiymətindən yüksək olarsa, o zaman artıq həllədicinin tədricən ayrıldığı heterogen sistem yaranır. Belə sistem bəzi xassələrinə görə ikinci tipə oxşardır. Stereomüntəzəmliyi pozulmuş polimer məhlullarında kristallaşma zamanı zəncirin bütün manqaları kristal sahələrin əmələ gəlməsində iştirak edə bilmir. Nəticədə, kristallaşmış sahələrin iştirakı ilə fəza toru yaranır. Belə sistem birinci tipə uyğundur. Qarışıq kristallaşma temperaturundan aşağı temperaturda kristallaşan homopolimerlərin soyudulması zamanı özünəməxsus laxtalanma alınır.

Tikili polimerlərin şişməsi nəticəsində əmələ gələn birinci tip laxtalanma ən sadə hal sayılır. Belə polimerlərin şişməsi ilə torun düyünləri arasındakı zəncirin sahələri yerdəyişmənin sərbəst enerjisi ilə sərbəst yüksək elastik deformasiya arasındakı dəyişikliyin nisbəti ilə müəyyən edilən uzlaşma həddinədək tam açıılır. Sistemin həcmi dolduran həllədiçi bu halda mexaniki immobilizə olunmuş sayılmır, onun polimer ilə əlaqəsi termodinamiki tarazlıq şərtləri ilə müəyyən edilir.

İkinci tipin quruluşu daha mürəkkəbdir. Onların quruluşunu izah etmək üçün irəli sürülən çox sayda fərziyyələrin olması bunu təsdiqləyir. Fərziyyələrin birində bu tip üzrə tikilmiş polimerlərin laxtaları arasında olan fərq qəfəs qovşağının əmələ gətirdiyi rəbətələrin xarakterik xüsusiyyətidir: kimyəvi tikilmiş polimerlər üçün və molekullararası (dispers və dipol qarşılıqlı təsir ilə şərtlənən, habelə hidrogenli) ikinci tip üçün.

Polimer laxtanın xassələri – deformasiyanın dönərliyi və onun təbiəti. Birinci tip entropiya xarakterli dönən deformasiyaya malikdir. İkinci tipin deformasiyası əsas etibarlı ilə energetik xarakter daşıyır. Belə ki, xarici qüvvənin təsiri altında laxtanın qəfəs elementlərində geri qayıdan əyilmə baş verir. Birinci tip laxtanın möhkəmliyini təxminən ilkin polimerin möhkəmliyi üzrə qiymətləndirmək olar. Bu zaman sonuncunun həllədiçi ilə “durulaşdırılma” dərəcəsi

nəzərə alınmalıdır. İkinci tip laxtanın möhkəmliyini xarakterizə etmək çətinidir. Belə ki, bu tipdə olan qəfəs – möhkəmliyi təmiz polimerin möhkəmliyindən xeyli aşağı olan, özünəməxsus plastifikasiya olunmuş polimerdən ibarətdir.

POLİMER MATERİALLARIN ATMOSFERDƏ DAVAMLILIĞI - polimer materiallarının müxtəlif atmosfer amillərinin-günəş şüaları, istilik, havanın oksigeni, nəmlik, sənaye qazları və s. təsirinə qarşı uzun müddət ərzində davamlı olması, xarici görünüşü, həmçinin istismar xassələrinin (fiziki-mexaniki, dielektrik və.s) nəzərə çarpmayan dərəcədə dəyişməsi deməkdir. Əksər hallarda bu dəyişikliklər polimerin qocalması ilə nəticələnir.

Atmosferə davamlılığa təsir edən müxtəlif amillər - ətraf mühitin temperaturunun yüksəlməsi ilə həm oksidləşmə prosesləri, həm də köhnəlməyə qarşı plastifikatorların uçuculuğu və s. artır, bu da polimerin keyfiyyət göstəricilərinin, xüsusən də polimer materiallarının sərtlik və kövrəkliyinin artmasına gətirib çıxarır.

POLİMER MATERİALLARIN AŞINMASI -sürtünmə zamanı polimer materialların səth qatının dağılması prosesidir. Polimer materialların aşınması kauçukdan, plastikdən, lifdən, eləcə də polimer örtüklərdən hazırlanmış sürtünmə şəraitində işləyən geniş çeşiddə məhsulların: şinlərin, rulmanların, əyləclərin, sürtünmə və dişli çarxların konveyer lentlərinin, möhürlərin, döşəmələrin, nasos hissələrinin, ekranların, müxtəlif geyim əşyalarının, ayaqqabıların və s. davamlılığını müəyyən edir. Sürtünmə prosesi zamanı material sürtünmə səthindən ayrılmış olur. Verilmiş şəraitdə xətti aşınmanın intensivliyi ölçüsüz kəmiyyətlə - sürtülmüş təbəqənin qalınlığı; onun həcmi; sürtünmə yolu; A-nominal sürtünmə səthinin sahəsi qiymətləndirilir. Aşınma həm də enerji göstəricisi ilə xarakterizə olunur.

POLİMER MATERİALLARIN FORMALAŞMASI (VALSLANMASI) – valslarda polimer materiallarının təkrar emalıdır. Valsla eyni və ya fərqli fırlanma sürətli vallarda qızdırılma və ya soyudulma ilə həyata keçirtmək olar.

Valslama mexanizmi. Valslama zamanı vallarda olan material, valların hərəkət edən səthləri ilə təmas nəticəsində onların arasındakı boşluğa sorulur. Boşluğun kəsişmə sahəsi giriş kəsişməsindən uzaqlaşdıqca daim azaldığından (şəkil 1, A-A xətti) və emal olunan material praktiki olaraq sıxılmadığından, valın səthindən müxtəlif məsafələrdə yerləşən materialın təbəqələrinin hərəkət sürəti müxtəlif olur, valın səthindən uzaqlaşdıqca materialın hərəkət sürəti yüksəlir. Müxtəlif təbəqələrdə materialın daşınma sürəti eyni olmadığına görə hərəkətin, irəliləmənin, boşluğun azalması və valların periferik sürətinin artması ilə yüksələn deformasiyası baş verir. Hərəkətin sürəti birmənalı olaraq hərəkətin gərginliyi ilə əlaqəli olduğundan, boşluqda yerləşən materialın müxtəlif nöqtələrində, mütləq qiyməti və istiqaməti valsrama rejimindən (sürət, boşluq, temperatur) və yerləşmə yerindən asılı olaraq hərəkət gərginlikləri müxtəlif olur.

POLİMER MATERİALLARIN İŞIĞA DAVAMLILIĞI

– işığın təsiri altında polimer materialın xarici görünüşünü, fiziki-mexaniki, fiziki-kimyəvi, dielektrik və digər xassələrini qoruyub saxlamaq qabiliyyətidir. Polimerlərin işığa davamlılığı polimerin tərkibindən və quruluşundan asılıdır. Bu zaman kimyəvi reaksiyaların getmə ehtimalı şüalanma nümunənin qalınlığından, ingredientlərin (məsələn, plastifikatorun, doldurucunun) miqdarından və təbiətindən, qarışıqlardan, həlledicilərdən, həmçinin şüalanma şəraitindən asılıdır. İşığa davamlılığı təyin etmək üçün atmosfərə davamlılığı qiymətləndirən zaman işıqdan qocalmanı xarakterizə edən metodlar tətbiq olunur. İşığa davamlılığın ölçü vahidi kimi, işıq təsiri ilə qocalma sürətinin adətən fotoçevrilmənin kvant çıxımı ilə xarakterizə olunan əks qiyməti qəbul olunur: destruksiya, tikilmə, oksidləşmə, dağılma və ya yan qrupların çevrilməsi və s. Praktikada işığa davamlılıq dedikdə, bir qayda olaraq, materialın xassələrində və ya onun xarici görünüşündə müəyyən dəyişikliklərin baş verdiyi şüalanma müddəti (və ya şüalanma dozası) başa düşülür. İşığa davamlılığı xarakterizə edən göstərici kimi həmçi-

nin müəyyən miqdarda oksigenin udulma müddəti və ya işığın təsiri altında polimerlərin müəyyən miqdarda çevrilmə məhsullarının toplanmasından istifadə edilir.

POLİMER MƏHLULLARI - polimer və həlledicinin qarışığıdır. Polimerlərin durulaşdırılmış məhlullarında makromolekul qatılıqları ilə kəskin fərqlənən hissələr olur: bir hissədə təmiz həlledici, digər hissədə isə həlledicidə şişmiş xırda hissəciklər olur. Yaxşı həlledicilərdə iki makromolekul bir-birinə təsadüfi yaxınlaşdıqda onlardan birinin tutduğu sahə onun digərinin tutduğu sahəyə nüfuz etməsinə mane olur. Bu effekti nəzərə almaq üçün, verilmiş makromolekulun digər makromolekulları sıxışdıraraq xaric edə bildiyi həcm, xaric edilmiş həcm anlayışı tətbiq olunur.

Polimer ilə həlledici arasında termodinamik qarşılıqlı təsir nə qədər güclü olarsa, makromolekul bir o qədər çox şişir və nəticədə xaric edilən həcm bir o qədər çox olur.

Makromolekulun xaric edilmiş həcmi $\beta_m = N^2 \times \beta^*$ ifadəsindən tapıla bilər. Bundan əlavə seqmentin tutduğu həcm elementində başqa bir seqmentin yerləşə bilməməsi ehtimalını nəzərə alan effektiv həcm β^* bu nisbətə müəyyən edilir:

$$\beta^* = 4\pi \int (1 - e^{-U(r)/kT}) r^2 dr$$

burada, r - qarşılıqlı təsirdə olan elementlər arasındakı məsafə; $U(r)$ polimer-polimer, polimer-həlledici, həlledici-həlledici qarşılıqlı təsirdən asılı olaraq məhlulda iki seqmentin qarşılıqlı təsir potensialıdır. Durulaşdırılmış məhlullar nəzəriyyəsi, temperaturun azalması ilə qarşılıqlı həll olmanın artdığı halda daha aşağı kritik həllolma temperaturu olan polimer-həlledici sistemlərinin mövcudluğunu izah etməyə imkan verir. Daha aşağı kritik həllolma temperaturu üçün $\Delta H < 0$, $\Delta S < 0$, yuxarı kritik həllolma temperaturu üçün isə $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$ bərabərsizliyinin təmin edilməsi şərtidir.

POLİMER MƏHLULLARININ FAZA DİAQRAMI.

Polimerlərin əksəriyyəti aşağı molekullu mayelərdə yalnız müəyyən temperatur intervalında qeyri-məhdud həll olurlar (həqiqi həllolma). Komponentlərin qarşılıqlı həllolması belə interval xaricində məhdud olur və məhlulun tarazlıq halında olan iki maye

fazaya bölünməsi baş verir. Bu fazalardan hər biri bir komponentin digərində doymuş məhlulu olur. Mövcud fazaların tərkibi hər iki fazada komponentlərin kimyəvi potensialının bərabərliyi ilə təyin olunur:

$$\Delta\mu_1' = \Delta\mu_1'', \Delta\mu_2' = \Delta\mu_2''$$

(aşağıdakı indekslər komponentləri, yuxarıdakılar isə fazaları göstərir.)

Məlum olduğu kimi, çoxkomponentli sistemdə, xüsusilə də ikikomponentli polimer-həlləyici sistemində tarazlıq Qibbsin fazalar qaydası ilə təyin olunur:

$$F = n + 2 - r;$$

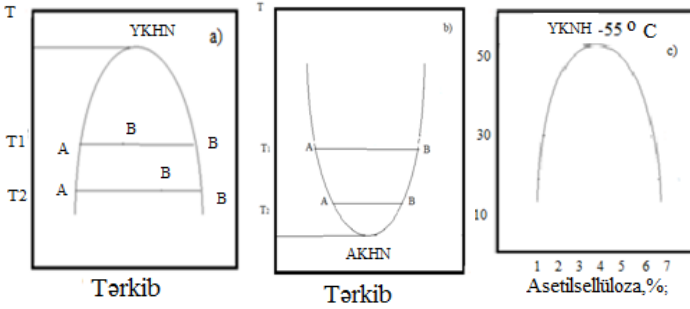
harada ki, r - sistemdə fazaların, n - komponentlərin sayı, F - sərbəstlik dərəcəsinin sayıdır.

Sərbəstlik dərəcəsi F , sistemin tarazlıq halını pozmadan və faza ədədini dəyişmədən termodinamiki dəyişənlərin (temperatur, təzyiq və s.) hansının sərbəst dəyişilməsinin mümkünlüyünü göstərir. Polimer məhlulunda təzyiqin dəyişməsi praktiki olaraq xassəyə təsir etmir, ona görə də təzyiqi sabit hesab etmək və faza vəziyyətinin tənliyini aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:

$$F = W + 1 - r$$

Bu, birfazalı ikikomponentli polimer-həlləyici sisteminin iki sərbəstlik dərəcəsinə malik olduğunu göstərir, yəni həssas sistemin vəziyyəti, halı komponentlərdən birinin (adətən, polimerin) temperaturu və qatılığı ilə müəyyən olunur. İki faza olduqda ($r=2$) belə sistem yalnız bir sərbəstlik dərəcəsinə malik olur. Bu o deməkdir ki, temperaturun dəyişməsi hər fazada komponentlərin qatılığının dəyişməsinə səbəb olur. Müəyyən bir temperaturda fazalarda komponentlərin qatılığı bərabərləşə və sistem birfazalı ola bilər, bəzi temperaturlarda isə əksinə birfazalı məhlul komponentlərin qatılığı müxtəlif olan iki fazaya bölünə bilər. Birfazalı məhlulun müxtəlif tərkibli iki fazaya təbəqələşmə temperaturu fazaya ayrılma temperaturu T_{fr} adlanır. Çoxkomponentli sistemin mümkün vəziyyətləri haqqında T temperaturunda sistemin tərkibini ifadə edən asılılıq qrafikinə təsvirində verilmiş diaqramlara

əsasən fikir yürüdüldür. Sistemin tərkibi komponentlərin kütlə, molyar və ya həcmi payı ilə ifadə olunur.



Sistemin vəziyyətinin faza diaqramları.

- a- yuxarı kritik həllolma nöqtəsi maye-maye (YKHN).
- b- aşağı kritik həllolma nöqtəsi maye-maye (AKHN).
- c- asetilselluloza-xloroform sistemi.

Faza diaqramında koordinat oxunda temperatur-tərkib asılılıq nöqtələri yuxarıda qeyd edilmiş şərti yerinə yetirdiyi halda fazaların binodal tarazlıq sərhəd əyrisini əmələ gətirir. Binodalın ümumi forması qapalı əyridir (oval). Bu əyrinin daxili nöqtələri (B və B') məhlulların iki fazaya bölündüyü temperaturu və tərkibi müəyyən edir. Əksər hallarda ovalın yalnız parabolaya yaxın formada olan hissəsi müşahidə olunur. Onun aşağı temperaturlu qolu məhlulun kristallaşma və ya şüşələşməsi səbəbindən, yüksək temperaturlu qolu isə həlledicinin qaynama temperaturuna çatması səbəbindən reallaşa bilmir. Buna görə də real məhlullarda binodal 1-ci halda maksimumlu, 2-ci halda isə minimumlu qapanmayan əyri formasında olur. Əgər hər iki məhdudiyyət mövcuddursa, onda ovalın orta hissəsi reallaşmış olur və binodallar ekstremumu olmayan, aralarında məhlulun iki fazaya bölünmə sərhədi olan iki sərbəst əyri formasını alır. Binodalın maksimum və minimumu (kritik nöqtə) yuxarı və aşağı kritik həllolmanı (YKHN, AKHN) və kritik qatılıqları (A, A', B, B') müəyyən edir. Kritik nöqtələrdə mövcud fazaların tərkibi uyğun olur. Binodalın forma və vəziyyəti polimerin molekul kütləsindən asılıdır. Aşağı molekullu

məhlullardan fərqli olaraq polimer məhlullarının fazalara ayrılması tərkibində polimerdən çox həlledici olan, yüksək şişmə dərəcəsinə malik çöküntünün (koaservat) alınması ilə baş verir.

Flori-Haqqinsin klassik nəzəriyyəsi YKHN-i miqdarı olaraq, qatılığı isə molekul kütləsinin funksiyası kimi təyin etməyə, eləcə də tarazlıq halında olan fazaların tərkibini hesablamağa imkan verir. YKHN kimi AKHN də (AKHN-də θ_2 –Roulinson nöqtəsi ilə) sonsuz böyük molekul kütləsinə malik polimerlərdə həllolmanın kritik temperaturunu ifadə edən θ nöqtəsindən asılı olur.

Faza diaqramlarının araşdırılması məhlulların duru və qatı məhlullara ayrılmasının termodinamiki kriteriyasını müəyyən etməyə imkan verir. Bu zaman binodalın sol qoluna durulaşdırılmış məhlulun sağ sərhəddi, sağ qoluna isə qatı məhlulun sol sərhəddi kimi baxıla bilər.

POLİMER MƏHLULLARININ FİLTRLƏNMƏSİ VƏ ADSORBSİYA ÜSULU İLƏ TƏMİZLƏNMƏSİ – maddə qarışığının onu təşkil edən ayrı-ayrı hissələrə ayrılma prosesidir. Filtrləmə prosesi polimer suspenziyalarının filtrat və nəm qalığa ayrılması üçün, əlavə maddələrin suspenziyalarının və polimer məhlullarının ayrılması üçün, polimer ərintilərinin bərk və digər qarışıqlardan təmizlənməsi üçün istifadə olunur.

Polimerin ayrılması, lazım olan suspenziyanın alınması zamanı filtrin və ya sentrafuqanın konstruksiyasının seçimi zərurəti yaranır. Seçim suspenziya və çöküntülərin xassələri və istehsal prosesində filtrləmə haqqında olan məlumatları istifadə etməklə təcrübi işlər əsasında həyata keçirilir. Suspenziyaların ayrılması üçün müntəzəm və fasiləsiz işləyən müxtəlif konstruksiyaya malik filtrlərdən istifadə olunur.

POLİMER MƏMULATLARI YONMAQLA PLYONKALARIN ALINMASI. Yonma nəticəsində, əsasən politetraflüoretildən və selluloiddən nisbətən qalın plyonkalar istehsal olunur. Politetraflüoretildən plyonka hazırlanarkən ilk növbədə silindrik məmulat preslənir, sonra onu öz oxu ətrafında fırlatmaq-la, bıçaqla lazım olan qalınlıqda kəsilir. Alınan plyonka xüsusi

prokat dəzğahında bükülür. Sellüloiddən blok preslənir, sonra ondan plyonka yonulur.

POLİMER NANOKOMPOZİTLƏR. Polimer matrisada doldurucunun zərrəcikləri 100 nm təşkil edən polimer nanokompozitlər polimer kompozit materialların xüsusi sinfini təşkil edir. Doldurucunun böyük xüsusi səthə malik olması sayəsində, onun hətta çox cüzi qatılığında belə materialların xassələri nəzərə car-pacaq dərəcədə dəyişir. Hal-hazırda polimer nanokomponentlərin yeni alınma üsulları sürətlə işlənib hazırlanır və müxtəlif polimer nanokomponentlərinin xassələri tədqiq olunur.

Karbonlu nanoborular və nanoliflər. Sadə, ikili və çoxdivarlı nanoborular daxil olmaqla, karbonlu nanoborular və nanoliflər; sadə və qrafitləşdirilmiş nanoliflər və viskerslər, habelə calanmış laylı və funksional qruplu nanoborular.

Bazara müxtəlif uzunluqlu (5-30 mkm), adətən qarşılıqlı sürətdə bir-birinə sarınmış nanoborular və nanoliflər (diametri 1-20 nm), eləcə də müxtəlif mühitlərdə asan dispersləşən, uzunluğu 0,5-2 mkm, diametri 20-50 nm olan nanoborular və nanoliflər təklif olunmuşdur.

Karbon əsaslı nanokompozitlər birmərhələli texnologiya üzrə: karbon nanozərrəciklərin və onları birləşdirən karbon matrisanın eyni zamanda formalaşması nəticəsində, eyni reaktorda (qeyri-üzvi, sferoidli işə salma ilə) karbon-karbon sistemli nanokompozit əmələ gəlməklə alınır.

Karbonlu nanokompozitlərin xassələri ənənəvi texnologiya üzrə alınan karbonlu materialların xassələrini dəfələrlə üstələyir, istər yeni texnikanın qabaqcıl konstruksiyalarını – termonüvə reaktorunun, süni ürək klapanının, istərsə də, müasir maşınqayırmanın ənənəvi elementlərinin - yüksək temperaturlu, aqressiv mühitlərin kipləşdiriciləri, qazodinamik diyircəkli yastıqların (podşipniklərin) antifriksion içliyinin iş qabiliyyətini təmin edir.

Füllerenlərlə gücləndirilmiş kompozitlər (sferoidli qarışıqlarla) zərbəli dinamik təsir şəraitində, xüsusilə də zireh, bədən zirehləri üçün perspektiv materiallar kimi nəzərdən keçirilir. Füllerenlər – karbonun allotrop forma sinfinə (almaz, karbin və qrafit

kimi) mənsub olan, molekulyar birləşmələrdir. Onlar cüt sayda üç koordinasiyalı karbon atomlarından təşkil olunmuş, qabarıq, qapalı, çox tərəfli fiqurdur.

Qrafen - 2004-cü ilin oktyabr ayında Mançester Universitetində alınmış karbon atomlarının bir atom tərtibində qat şəklində yerləşdiyi karbonun daha bir allotrop şəkildəyişməsidir.

Qrafen dünyada ən nazik və ən möhkəm material sayılır. Qalınlığı cəmi 1 atom olan, lakin almazdan daha davamlı, elektriki silisium kompüter çiplərindən 100 dəfə yaxşı keçirən karbon təbəqəsini təsəvvür edin. İndi artıq onu bəşəriyyətin köklü dəyişmiş, ən inqilabi ixtiralarla müqayisə edirlər. Qrafenin praktiki tətbiq sahələrini qabaqcadan söyləmək çox çətindir, lakin o, bizim həyatımızı birmənalı şəkildə dəyişəcəkdir.

Qrafendən NO_2 molekullarının girişini və çıxışını qeyd etməyə imkan verən, vahid molekul detektoru kimi istifadə edilə bilər. Qrafen otaq temperaturunda yüksək mütəhərrikiyə malikdir. Bunun sayəsində (bu yarımmetalda qadağa zonasının formalaşma problemi həll olunana kimi) qrafen inteqral mikrosxemlərdə silisiumu əvəz edən, perspektiv material kimi müzakirə olunur.

Qrafenin tətbiq sahələri:

- sensorlu ekranlar;
- günəş batareyaları;
- enerji toplayıcıları;
- mobil telefonlar;
- supersürətli kompüter çipləri;
- mayələrin və qazların və s. kimyəvi analizi üçün yüksək həssaslıqlı sensorlar.

Nanoborular – çox zaman metal oksidlərindən təşkil olunan və morfoloji cəhətdən karbonlu nanoboruya bənzəyən, silindrik molekuldur. Məlum olduğu kimi, qeyri-üzvi nanoborular təbii olaraq, bəzi faydalı qazıntı yataqlarında aşkar olunmuşdur.

Nanoborular vanadium oksidi və manqan oksidi kimi bir çox qeyri-üzvi materiallardan sintez edilmişdir və oksidləşmə-reduksiya katalizatorları, batareyalar üçün katod materialları kimi tədqiq olunur.

Kalsium karbonatın böyük hissəsi müxtəlif faydalı qazıntılardan əldə olunur və sənayedə fəal surətdə tətbiq olunur. Belə ki, kənar qarışıqlardan təmizləndəndən sonra bu maddə kağızın, qida məhsullarının, plastik kütlələrin, boyaların və rezinin yaradılmasında istifadə olunur. Kalsium karbonat məişət kimyasında və inşaatda da tətbiq tapmışdır. Ondan şəxsi gigiyena (məsələn, diş pastasına əlavə olunur) məhsullarının istehsalında, həmçinin tibb sənayesində geniş istifadə olunur. Müxtəlif növ yeyinti məhsullarının hazırlanmasında kalsium karbonat adətən yapışqanlığın aradan götürür, həmçinin müxtəlif süd məhsullarında ayırıcı rolunu oynayır.

Metal nanohissəcikləri. Nanohissəciklərin qeyri-adi xassələri onunla əlaqədardır ki, hissəciklərin ölçüləri Bor radiusu ilə eyni ölçüdə və ya ondan kiçik olduqda, klassik ölçü effektləri kvant ölçüyə keçir. Kinetik enerji qeyri-müəyyənlik prinsipinə tabe olur. Metal makroobyektdə yüksək sıxlıq enerjisi fasiləsiz səviyələrlə keçiricilik zolağını əmələ gətirir. Nanohissəciklərdə isə enerjinin diskret səviyyələrdə parçalanması baş verir. Nanoklasterlər özlərini kvant nöqtələri kimi aparır, yəni onlarda olan sərbəst elektronlar, atomlarda olduğu kimi, yalnız müəyyən enerji vəziyyətini tuta bilər.

Müasir nanokimyada kolloid kimyası üçün klassik olan bərk cisimlərin müxtəlif dəyirmanlarda mexaniki dispersləşməsi metodu yüksək enerji tutumu səbəbindən, başlıca olaraq isə məhsulun çirklənməsi səbəbindən, praktiki olaraq tətbiq edilmir. Nanometr ölçülü hissəciklərin müasir alınma üsullarını şərti olaraq 2 kateqoriyaya bölmək olar:

1) dispersləşdirmə, buxarlanma və metalın kondensləşməsi kimi fiziki proseslərin əsasında ultradispers tozların alınması;

2) metal duzlarının və metal-üzvi birləşmələrin termiki parçalanması və yaxud reduksiyası vasitəsilə nanohissəciklərin kimyəvi sintezi.

İstifadə olunan dispers mühitin aqreqat halından asılı olaraq nanohissəciklərin alınma metodları qaz fazalı və maye fazalı olmaqla 2 yerə bölünür. Bu zaman kimyəvi metodlar üstünlüklə

maye faza variantında, fiziki metodların əksəriyyəti isə - qaz fazada reallaşır. Lakin lazerli ablyasiya kimi bəzi fiziki metodlar universal metodlara aiddir, yəni nanohissəcikləri həm quru toz halında, həm də duru kolloid disperslər şəklində almağa imkan verir.

POLİMER PLYONKALAR – qalınlığı 0,2-0,3 mm olan bütöv polimer qatıdır. Polimer materialların nisbətən qalın qatları list və ya lövhə adlandırılır. Polimer plyonkaları təbii (zülal, sellüloza, təbii kauçuk), süni (sellüloza efirləri, hidroxlorlaşdırılmış təbii kauçuk və s.) və sintetik polimerlərdən (poliamid, polivinilxlorid, polivinilenxlorid, polistirol, polietilentereftalat, polietilen və s.) istehsal edilir. Polimer plyonka bir neçə üsulla alınır:

- polimer ərintisini ekstruziya etməklə;
- polimer məhlulunu və ya forpolimeri cilalanmış metallik və ya digər səthə tökməklə (bəzi hallarda polimer məhlulunu çökdürücü vannalara verirlər);
- polimer dispersiyasının cilalanmış səthə axıdılması ilə;
- kalandrlaşdırma, presləmə və s. ilə;

Plyonka hazırlamaq üçün istifadə edilən polimerlərə aşağıdakı tələblər qoyulur:

- dartılma və sıxılmada yüksək möhkəmlik;
- şaxtaya davamlılıq;
- yaxşı şəffaflıq və parıltı;
- nəmə və buxara qarşı müqavimət;
- qazların keçməsinə qarşı davamlılıq;
- yaxşı termiki qaynaq olunma qabiliyyəti;
- piy və yağların təsirinə qarşı davamlılıq;
- yarışmaya bir qədər meyllilik;
- nisbətən yüksək ərimə temperaturu;
- əyilməyə qarşı yaxşı müqavimət.

POLİMER SƏTHİNDƏ ÇAP EDİLMƏ – qablaşdırma materialları, müxtəlif cihazlar üçün şkala, polimer plyonkadan hazırlanan vəsaitlərin yaraşığıq albomlar kimi polimer materialardan hazırlanan məmulatlara şəkillərin və mətnlərin çəkilmə

üsuludur. Mövcud olan polimer plyonka materiallarından hazırlanmış məmulatlar üzərində çətinlik çəkmədən çap etmək mümkün olur. Bəzi plyonkalara (polietilen, politetraflüoretillen) səthi xüsusi emal etmədən (aktivləşdirmə) şəkil çəkmək mümkün deyil. Lakin belə emaldan sonra polimer adsorbsiyalaşmış maddələrin toksikiliyi cəhətdən qida məhsulları üçün istifadə oluna bilməz. Ona görə də, polietilenin alovla və ya elektrik sahəsində emalına üstünlük verilir. Polietilen plyonkanı elektrik sahəsində aktivləşdirmək üçün avtomat maşınlardan istifadə olunur. Aktivləşdirilmiş plyonka aktivliyini 6 aya qədər saxlayır.

Plyonka üzərində çap əsas etibarilə elastoqraf (fleksoqraf), etmoqraf (trafaret) və ya dərin (rota qırvyür) üsullarla həyata keçirilir. Həmçinin, elastosferik çap və rəngli və ya metallik plyonkalarla basma tətbiq edilir. Bu məqsədlə nadir hallarda mətbəə və ofset çap metodlarından istifadə olunur. Belə ki, tətbiq edilən boyalar spesifik xassəyə malik olduqlarından onlar çapın tələb olunan keyfiyyətini təmin edə bilmir.

Elastoqrafik çap – elastik, relyef (məsələn, rezin) çap formaları vasitəsilə həyata keçirilir

Etmografik çap kapron və ya metal tordan hazırlanmış forma-trafaretin tətbiqinə əsaslanır. Çap zamanı boya trafaret formanın daxili səthinə çəkilir və rezin süngərin köməyi ilə polimer materialın səthinə basılır. Üsulun başlıca üstünlüyü – polimerin səthinə sıx, qalın (100 mkm–dək) və qeyri-şəffaf boyanın çəkilməsidir.

Dərin çap metodu polimer materialdan hazırlanan məmulatlara mətnləri, bir rəngli və çox rəngli şəkilləri köçürməyə imkan verir. Çox rəngli şəkillərin nəşri zamanı formalarda müxtəlif dərinlikli yuvaların sayəsində yalnız üç: mavi, al-qırmızı, sarı rəngdən istifadə etməklə keyfiyyətli izlər almaq mümkün olur.

Rənglənmiş və ya metallizə olunmuş plyonkalarla basma - mürəkkəb olmayan şəkilləri polistirool və polimetilmetakrilatdan hazırlanan məmulatlara köçürmək üçün tətbiq edilir. Plastik küt-

lələrdən alınan məmulatlarda basma üçün metal çap formalı – puansonlu-ştampla təchiz olunmuş, zəif güclü universal mexaniki pres tətbiq edilir.

3D-çap və ya “additiv istehsal”, - rəqəmli model əsasında praktiki olaraq, istənilən həndəsi fiqurda tam üçlü obyektlərin yaranma prosesidir. 3D-çap modelin konturunu əks etdirən təbəqələrlə ardıcıl surətdə köçürülən obyektin qurulma konsepsiyasına əsaslanır. 3D-çap faktiki olaraq, mexaniki istehsalın və emalın torna və ya kəsmə kimi ənənəvi metodların tam əksi sayılır. Bu metodlarda məmulatın görünüşünün formalaşması artıq materialın kənarlaşdırılması hesabına baş verir (necə deyərlər, subtraktiv istehsal).

“*Additiv istehsal*” termini dedikdə, materialın qatlarının ardıcıl surətdə çəkilməsi hesabına obyektlərin yaradılması üzrə texnologiyalar nəzərdə tutulur. Additiv istehsalın bəzi metodları bir istehsal tsikli ərzində bir-neçə materialdan, habelə müxtəlif rənglərdən istifadəni nəzərdə tutur.

Seçmə lazerli əritmə (SLƏ) onunla fərqlənir ki, faktiki olaraq, güclü lazer şüalarının təsiri altında tozu əritməklə yüksək sıxlıqlı materiallar yaratmağa imkan yaradır.

Elektron-şüa əritməsi (EŞƏ) metodu metal detalların additiv istehsal metodu ilə oxşardır (məsələn, titan ərintisindən). Lakin, lazer şüaların əvəzinə burada elektron şüalarından istifadə olunur. EŞƏ metal tozların vakuüm kamerada qat-qat əriməsinə əsaslanır.

3D-çapın şırnaq metodu mövcuddur. Bu halda tozun (gips və ya plastik) nazik səthinə rəqəmli modelin ardıcıl qatlarının konturlarına uyğun əlaqələndirici material çəkilir. Proses hazır model alınana qədər təkrar olunur. Texnologiya əlvan modellər, örtük konstruksiyaları, elastomerlərdən istifadə daxil olmaqla, geniş diapazonda tətbiqi təmin edir. Modellərin konstruksiyası sonradan şam və ya polimerlə hopdurmanın hesabına gücləndirilə bilər.

“Additiv istehsal”ın əsas metodları cədvəldə təqdim olunmuşdur:

Additiv istehsalın əsas metodları

Metod	Texnologiya	İstifadə olunan materiallar
Ekstruziya	Laylı əritmə metodu (LƏM) ilə modelləşmə	Termoplastiklər (polilaktid (PA), akrilo-nitrilbutadienstiroil (ABS) və s.
Məftilli	Elektron-şüa əritməsi (EŞƏ) ilə istənilən formanın istehsalı	Praktiki olaraq, istənilən metal ərintiləri
Tozvari	Metalların (DMLS) lazerlə birləşdirilməsi	Praktiki olaraq, istənilən metal ərintiləri
	Elektron-şüası ilə ərimə (EŞƏ)	Titan ərintiləri
	Seçmə lazerli əritmə (SLƏ)	Titan ərintiləri, kobalt-xrom ərintiləri, paslanmayan polad, alüminium
	Seçmə istiliklə bişirmə (SİB)	Tozvari plastiklər
	Seçmə lazerli bişirmə (SLB)	Termoplastiklər, metal duzları, saxsı tozlar
Şırnaqlı	Üç ölçülü şırnaqlı çap (3DÇ)	Gips, plastiklər, metal tozlar, qum qarışıqları
Laminə olunmuş	Laminə metodu (LM) ilə obyektlərin hazırlanması	Kağız, metal folqa, plastik plyonka
Polimerləşmə	Stereolitografiya (SL)	Fotopolimerlər
	Rəqəmli işıq-diod proyeksiyası (İDP)	Fotopolimerlər

Bu texnologiya müxtəlif bərkimə temperaturuna malik bir neçə material qatından ibarət model yaratmağa imkan verir.

EŞƏ texnologiyasının köməyi ilə titandan tibbi implantların yaradılması.

3D-çapı tibbdə tətbiq edilən implantların və qurğuların yaradılmasında istifadə edilir. Uğurlu əməliyyatlara titandan hazırlanan taz və damaq implantlarını misal gətirmək olar. Eşitmə aparatlarının istehsalında və stomatologiyada 3D-çapın daha geniş tətbiqi gözlənilir.

D-çapı hətta silaha qədər tam funksional metal məmulatlar yaratmağa imkan verir. 3D-çapın gələcəkdə nəzərdə tutulan tət-

biqinə açıq laboratoriyada istifadə üçün ilkin kodlu elmi avadanlığın və digər elmi istiqamətin tətbiqi – paleontologiyada daşlaşmanın rekonstruksiyası, çox dəyərli arxeoloji artefaktların dublikatlarının yaradılması, tibbi-məhkəmə ekspertizası üçün sümüklərin və bədən hissələrinin rekonstruksiyası, cinayət yerində toplanmış, çox ciddi zədələnmiş dəlillərin rekonstruksiyası daxildir.

POLİMER TULLANTILARI – polimerlərdən istehsal olunmuş və ya tərkibinin xeyli hissəsi polimerdən ibarət, istismar xassələrini tam və ya qismən itirmiş və istifadəyə yararsız (təkrar emalı çıxmaq şərti ilə) polimer məmulatlar və əşyalardır. İstehsalatda istifadə olunan polimerlər yeddi növə bölünürlər və onlardan da hər biri özünəməxsus xassəyə və simvola, işarəyə malikdir və cədvəldə verilmişdir.

Polimer tullantıların təsnifatı

Polimerin növü	Polimerin Adı	Təsviri (xassələri)
1	2	3
№ 1. PET	Polietilen-terefalat	Etilenqlikol ilə tereftal turşusunun polikondensləşmə məhsuludur. Amorf halda bərk, rəngsiz, kristallik halda isə ağ, qeyri-şəffaf polimerdir. Yaxşı özlülüyə, bərkliyə və yeyilməyə qarşı davamlılığa malikdir. Əsas istifadə sahəsi – plastik qabların istehsalıdır (butulka, banka, qutu və s.). Kimya sənayesində, nəqliyyat və konveyer texnologiyalarında və s. geniş istifadə olunur. Lakin PET-qablaşdırmanın çox mühüm mənfəi xüsusiyyəti var. PET-qablar UB-şualar və oksigenin daxilə keçərək məhsulun yararlılıq müddətini azaltmasının qarşısını almır. Lakin onları asanlıqla təkrar emal və istifadə etmək olar.
№ 2. YTPE	Yüksək təzyiqli polietilen (aşağı sıxlıqlı)	Etilenin yüksək təzyiqli altında borulu reaktorlarda polimerləşməsi ilə alınır. YTPE fərqli tətbiq sahəsinə malik müxtəlif marka altında istehsal olunur. YTPE-dən müxtəlif plyonka və paketlər, mühərrik və maşın yağları üçün kanistrilər, ağardıcı, yuyucu vasitələr, şampunlar üçün butulkalar istehsal olunur. Dartılma və sıxılma zamanı yüksək möhkəmliyə, zərbəyə və kimyəvi təsirə qarşı davamlılığa malikdir.

№ 3. PVX	Polivinilxlorid (vinil, vinnol, vestolit, korvik, sikron, ceon, sumilit)	Ağ rəngli plastik kütlədir, vinilxloridin termoplastik polimeridir. Vinilxloridin suspenziya və ya emulsiyada polimerləşməsindən alınır. Qələvilərin, bəzi turşu və həlledicilərin kimyəvi təsirinə qarşı davamlılığa malikdir. Çatışmayan cəhəti – şaxtaya davamlılığının aşağı olmasıdır (-15°C qədər). Havada yanmır. Plastik kütlənin bu növü demək olar ki, emal olunmur. Bundan əlavə yeyinti məhsullarının tərkibinə, yəni insan orqaniziminə daxil olmaq qabiliyyətinə malikdir. Bu isə sağlamlıq üçün təhlükəlidir, çünki tərkibində toksiki əlavələr (ftalatlar, ağır metallar və s.) vardır. Əsas utilləşmə üsulu yandırılmaqdır, bunun nəticəsində isə yüksək toksiki xlor-üzvi birləşmələr – dioksidlər alınır. Naqıl və kabellərin elektroizolyasiyası üçün, asma tavanların, süni dərilərin, ayaqqabı plastikatlarının, vinil lövhəciklərin istehsalında istifadə olunur.
№ 4. ATPE	Aşağı təzyiqli polietilen (yüksək sıxlıqlı polietilen)	Suspenziya və qaz faza metodları ilə: suspenziyada tam üzvi olmayan kompleks katalizatorların, qaz fazasında isə daşıyıcı üzərində kompleks metal-üzvi katalizatorların iştirakı ilə etilənin aşağı təzyiq altında polimerləşməsindən alınır. Müxtəlif plyonkaların, paketlərin və s. qablaşdırma materiallarının istehsalında istifadə olunur. Dartılma və sıxılmaya qarşı davamlılığa, zərbəyə qarşı aşağı müqavimətə, yüksək su keçirməməzliyə və sərt mühitlərə qarşı kimyəvi davamlılığa malikdir.
№5 PP	Polipropilen (propilenin polimeri)	Metalkompleks katalizatorların iştirakı ilə propilenin polimerləşməsindən alınan məhsuldur. Suda həll olmayan ağ toz və ya xüsusi sıxlıqlı qranullar halında buraxılır. Çox da yüksək olmayan sıxlığa malikdir, amma yeyilməyə, yüksək temperatura davamlıdır, demək olar ki, korroziya nəticəsində çatlamır. Polipropilendən butilkalar üçün qapaqlar, disklər, sirop və ketçuplar üçün butilkalar, yoqurt üçün stəkanlar, fotoplyonkalar üçün qablaşdırma materialı istehsal olunur.

№ 6 PS	Polistirol	Stirolun (vinilbenzolun) polimerləşməsi nəticəsində alınan məhsuldur. Şəffaf qranul şəklində buraxılır. Yüksək dielektrik xassələrə və şaxtaya davamlılığa (-40°C-yə qədər) malikdir, lakin kimyəvi təsirə qarşı dayanıqlığı azdır. Asan texnologiya ilə sadə emal olunur. Polistiroidən bir dəfəlik istifadə edilən qablar, oyuncaqlar və qablaşdırma materialları istehsal olunur. Tikinti sənayesində, tibbdə (bir dəfə istifadə edilən alətlər, qan köçürmə sistemlərinin hissələri), və həmçinin dielektrik anten, koaksial kabellərin bünövrələrinin istehsalında istifadə olunur.
№7 Başqaları	Digər polimerlər	Bu müxtəlif plastik kütlələrin qarışığıdır. Bu rəqəmlə işarə olunmuş polimer təkrar emal olunmur və tullantı kimi zibilliyə atılır, ya da zibil yandıran zavodun sobalarında yandırılır.

Hal-hazırda polimer tullantılar məişət zibilinin təxminən 12%-ni təşkil edir və günü gündən bu miqdar artmaqdadır. Təbii ki, polimerlərin ikinci emalı hal-hazırda ən mühim problemlərdən biridir, çünki bu emal olmasa bəşəriyyət demək olar ki, zibil içində bata bilər.

Polimerlərin utilləşməsi bu gün yalnız problem deyil, həm də perspektivli biznes istiqamətidir, belə ki, tullantı xammaldan - məişət zibilindən çoxsaylı faydalı maddələr almaq olar. Həm də bu tip zibil emalı texnologiyası (ZET) ekologiyaya daha çox ziyan vuran polimer tullantılarının ənənəvi yandırılması ilə müqayisədə ən təhlükəsiz utilləşmə üsuludur.

POLİMER TULLANTILARININ TƏKRAR EMAL TEXNOLOGİYASI – polimer tullantılarının faydalı məmulatlara çevrilməsi üçün təşkilatı və texnoloji tədbirlərin ardıcılığıdır. İlkin emal üsulunun seçimi ilk növbədə tullantıların çirklənmə dərəcəsi və onların əmələ gəlmə mənbəyindən aslıdır. Beləliklə, istehsalın bircinsli tullantılarını adətən birbaşa onların əmələ gəldiyi yerlərdə emal edirlər, çünki belə olduğu halda ilkin emal üçün yalnız xırdalanma və dənələnmə tələb olunur.

İstifadədən kənarlaşan məmulatlar şəklində olan tullantılar daha əsaslı yanaşma tələb edir. Beləliklə, polimer tullantılarının ilkin emalı adətən aşağıda göstərilən mərhələləri əhatə edir:

- qarışıq tullantıların kobud ayırma və identifikasiyası (çəşidləmə);

- tullantıların xırdalanması;
- qarışıq tullantıların ayrılması;
- tullantıların yuyulması;
- qurudulma;
- dənəvərlənmə.

İlkin çəşidləmə xassələrinə, plastik kütlələrin növü, rəngi, forması və qabaritinə görə polimer tullantılarının kobud ayrılmasını nəzərdə tutur. İlkin çəşidləmə bir qayda olaraq lent konveyerlərində və ya masalarda əl ilə aparılır. Həmçinin polimerlərin emal texnologiyası çəşidləmə zamanı müxtəlif qatışıqların kənarlaşdırılmasını nəzərdə tutur.

Tərkibində kənar qatqının miqdarı 5% olduqda istifadədən kənarlaşdırılmış və zibil emalı zavoduna göndərilmiş polimer tullantıları çəşidləmə qovşağına yönəlmiş, orada onların icərisindən təsadüfi kənar qatışıqlar çıxarılır. Çəşidləməni keçmiş tullantılar bıçaq dəyirmanında üyüdülərək hissəciklərin ölçüsü 2-9 mm olan kütlə halına salınır.

Uyüdülmə - tullantıların emala hazırlanmasının vacib mərhələlərindən biridir, çünki xırdalanma dərəcəsini səpələnmə, hissəciklərin ölçüsü və alınan məhsulun həcmi sıxlığı təyin edir. Xırdalanma dərəcəsinin tənzimlənməsi materialın texnoloji xassələrinin orta qiymətə gətirilməsi sayəsində onun keyfiyyətinin artırılmasına imkan yaradır. Beləliklə, polimerin emalı da sadələşir.

Polimer tullantılarının xırdalanması üsullarından daha perspektivi kriogen üsuludur, bu üsulla polimer tullantılarından hissəciklərinin ölçüsü (dirspeslik dərəcəsi) 0.5-dən 2 mm-ə qədər olan tozun alınması mümkündür. Bu texnologiyanın istifadəsi ənənəvi mexaniki xırdalanma ilə müqayisədə bir sıra üstünlüklərə malikdir, çünki bu üsulla qarışdırılma müddətinin azaldılması və

qarışıqda komponentlərin daha yaxşı paylanmasını əldə etmək olar.

Plastik kütlələrin *qarışıq tullantılarının növlərə ayrılması* aşağıdakı üsullarla aparılır:

- flotasiya;
- ağır mühitlərdə ayrılma;
- aereoseparasiya;
- elektroseparatorasiya;
- kimyəvi üsullar;
- dərin soyudulma üsulları.

Hal-hazırda bunlardan daha geniş yayılmış üsul flotasiya üsuludur. Bu üsulla plastik kütlələrin ayrılması suya polimerlərin hidrofily xassələrini seçici şəkildə dəyişdirən müxtəlif səthi-aktiv maddələrin əlavə edilməsi ilə aparılır.

Bəzi hallarda polimerlərin ümumi həlledicidə həll edilməsi üsulu onların ayrılmasının daha səmərəli üsuludur. Alınan məhlulun buxarla işlənməsi ilə polivinilxlorid, poliolefin qarışığı və polistirol tərkibdən kənarlaşdırılır və məhsulların təmizliyi 96%-dən az olmur.

Yuxarıda sadalanan üsullardan məhz bu iki üsul iqtisadi baxımdan daha məqsədəuyğundur.

Sonra polimerlərin xırdalanmış tullantıları yuyulmaq üçün yuyulma qurğularına göndərilir. Yuyulma xüsusi yuyucu qarışıqlardan istifadə etməklə bir neçə dəfə həyata keçirilir. Sentrifuqada sıxılmış nəmlik dərəcəsi 10-dan 15%-dək olan polimer kütləsi tam qurudulma üçün quruducu qurğuya yönəldilir və burada 0.2% nəmliyə qədər qurudulur.

Bundan sonra alınmış kütlə dənəvərləşdirmə qurğusuna verilir, burada materialın sıxılması gedir və nəticədə onun sonrakı emalı asanlaşır və ikinci əl xammalın xassələri orta göstəricilərə yaxınlaşır. Dənəvərlənmənin son nəticəsi polimerlərin emalında istifadə olunan standart avadanlıqlarla emal oluna bilən materialın alınmasıdır.

Hal-hazırda polimerlərin ikinci emalı üçün istifadə olunan avadanlıqlar:

- polimer tullantılarının yuyulma xətləri;
- polimerləri xırdalama maşınları;
- təkrar emal üçün ekstruderlər;
- lent ötürücüləri;
- şrederlər;
- aqlomeratlar;
- dənəvərləmə xətləri, dənəvərləmə qurğuları;
- ələk əvəzediciləri;
- qarışdırıcılar və dozatorlar.

POLİMERLƏRİN XROMATOQRAFİYASI – qarışıqların komponentlərin iki faza arasında paylanmasına əsaslanan ayrılmasının fiziki-kimyəvi üsuludur, bu fazaların biri daha böyük səth sahəsi olan təbəqədir, digəri isə bu təbəqədən süzülən axındır (eluent). Hərəkətli və hərəkətsiz fazalar arasında komponentlərin paylanmasını müəyyən edən qarşılıqlı təsirin təbiətindən asılı olaraq xromatoqrafiyanın aşağıdakı əsas növləri fərqlərinin: adsorbsiya, paylanma, ion mübadiləsi, eksklüzion (molekulyar-ələk) və qalıq xromatoqrafiya.

Yüksək səmərəli maye xromatoqrafiyası (YSMX) sintetik və təbii polimerlərin öyrənilməsi və miqdarı analizi üçün güclü vasitədir. Bu üsul onları molekul kütləsinə, kimyəvi tərkibə, funksional qruplara görə və s. ayırmağa imkan verir. Müəyyən bir analitik məsələnin məqsədindən asılı olaraq, sabit hərəkətli faza tərkibi metodu və ya gradient dəyişən hərəkətli faza tərkibi metodu istifadə edilə bilər və ikinci variant maye xromatoqrafiyasının imkanlarını əhəmiyyətli dərəcədə genişləndirir.

Adsorbsiya xromatoqrafiyası inkişaf etmiş səthə malik bərk cisim olan adsorbent tərəfindən maddələrin fərqli udulma qabiliyyətinə əsaslanır.

Paylanma xromatoqrafiyasında qarışığın komponentlərinin hərəkətli və hərəkətsiz fazalarda həllolma qabiliyyəti fərqlənir. Bu zaman hərəkətsiz faza kimi bərk makroməsəmli daşıyıcının səthinə çökmüş yüksək temperaturda qaynayan maye istifadə olunur.

İon mübadiləsi xromatoqrafiyasında ayrılan qarışıqın komponentlərinə nisbətdə müxtəlif ion mübadiləsi tarazlıq sabitləri ilə xarakterizə olunan hərəkətsiz faza – ionitdir.

Eksklüzion (molekulyar-ələk, gel nüfuzedic) xromatoqrafiyada ayrılma hərəkətsiz faza rolunu oynayan qeyri-ionogen gelin məsamələrinə müxtəlif ölçülü molekulların nüfuz etməsinin müxtəlifliyinə əsaslanır.

Qalıq xromatoqrafiyası ayrılmış komponentlərin bərk hərəkətsiz fazada müxtəlif cür çökməsinə əsaslanır və hərəkətsiz fazanın aqreqat halına müvafiq olaraq qaz və maye xromatoqrafiyasına bölünür. Hərəkətsiz fazanın aqreqat halından asılı olaraq qaz-adsorbsiya (hərəkətsiz faza-bərk sorbent) və qaz-maye (hərəkətsiz faza-maye) xromatoqrafiyasına bölünür. Maye xromatoqrafiyası maye-adsorbsiya (bərk-maye və maye-maye) tipli olur. Sonuncu, qaz-maye xromatoqrafiyası kimi, ayırıcı xromatoqrafiyadır. Maye-maye xromatoqrafiyasının bir növü – kağız xromatoqrafiyasıdır (hərəkətsiz faza sellüloza lifləri tərəfindən saxlanılan sudur).

Praktikada polimerlərin xromatoqrafik analizi üçün gel nüfuzedic xromatoqrafiya (GNX) və nazik qat xromatoqrafiyası (NQX) geniş yayılmışdır. GNX-da polimerin polidispers məhlulu (və ya polimerlərin qarışığı) sorbent ilə doldurulmuş kolon üzrə hərəkət edən elüentə vurulur.

Nazik qat xromatoqrafiyası bərk-maye xromatoqrafiyasıdır. Qurğunun tərtibatına əsasən o, kolon tipli və müstəvi xromatoqrafiya üsullarına ayrılır. Kolon tipli xromatoqrafiyada xüsusi borular – kolonlar sorbentlə doldurulur və hərəkətsiz faza təzyiqli fərqi görə kolonun daxilində hərəkət edir. Kolon xromatoqrafiyasının bir növü kapilyar xromatoqrafiyadır, bu zaman sorbent kapilyar borunun daxili divarlarına nazik qat şəklində vurulur. Müstəvi xromatoqrafiyasında dənəvər sorbentin nazik və yaxud məsaməli qatı nazik lövhə üzərinə çəkilir (nazik qat xromatoqrafiyası). Kağız xromatoqrafiyası halında isə xüsusi xromatoqrafiya kağızından istifadə olunur.

Müstəvi xromatoqrafiyada mobil fazanın hərəkəti kapillyar qüvvələr hesabına baş verir.

Xromatoqrafiya zamanı verilmiş proqrama uyğun olaraq temperaturu, hərəkətli fazanın tərkibini, onun axın sürətini və s. dəyişdirmək mümkündür.

Pirolitik qaz xromatoqrafiyası polimerlərin pirolizinin uçucu məhsullarının xromatoqrafiyasına əsaslanaraq xarakterizə edildi-yi dolayı üsul kimi də geniş istifadə olunur.

Eksklüzion xromatoqrafiya şəraitində makromolekulun davranışı onun zəncirinin ölçüsü ilə müəyyən edilir. Makromolekulun ölçüsü onun kimyəvi quruluşuna, zəncirdəki halqaların sayına (və ya molekul kütləsinə) və topologiyasına görə bölünür (məsələn, şaxələnmiş makromolekulun və ya makrotsiklin ölçüsü eyni kimyəvi quruluşa malik xətti makromolekulla müqayisədə azalır). Bundan əlavə, makromolekulların ölçüsü həcm effektinə görə çəvik makromolekulların sayı istisna edilməklə müəyyən dərəcədə istifadə olunan həlledicidən asılıdır.

Hər hansı bir polimeri orta molekul kütləsinə görə analiz etmək üçün uyğun məsamə ölçüsünə malik kolonkanı və ya müxtəlif məsamələri olan bir sıra kolonkaları seçmək, yaxud da müxtəlif məsamələrə malik sorbentlərin qarışığı olan kolonkalardan istifadə etmək lazımdır. Əlbəttə ki, MKP təhlili üçün GNX (gel nüfuzedici xromatoqrafiya) metodundan istifadə etdikdə zəncirin həm orta, həm də son halqalarının qarşılıqlı təsiri ilə çətinləşməyən ayrılmanın istisna mexanizminin həyata keçirilməsi üçün şərait təmin etmək lazımdır. Söhbət sulu mühitdə hidrofil polimerlərin xromatoqrafiyası zamanı qeyri-polyar həlledicidən desorb-siya qarşılıqlı təsirindən və ya qeyri-qütblü zəncir fraqmentlərinin tərs faza qarşılıqlı təsirindən gedir.

POLİMER YAPIŞQANLAR – müxtəlif təbiətli materialları birləşdirmək üçün nəzərdə tutulmuş tərkiblərdir. Qaynaqdan və lehirlənmədən fərqli olaraq, yapışqanların əksəriyyətini və birləşdirilən materialları qabaqcadan qızdırmaq lazım deyildir. Yapışqan özünün yaxşı adgeziya qabiliyyəti hesabına iki və ya bir-neçə detalı birləşdirir.

Polimer yapışqanlar aşağıdakı növlərə bölünür:

Suda həll olan yapışdırıcı qarışıqlar - onların əsasını su və ya sulu disperslər təşkil edir. Belə yapışqanlardan məsələn, aşağıdakılar suda həll olur:

PVA - polivinilasetat dispers əsasında;

Bustilat, tərkibinə lateks, qatılaşdırıcı, təbaşir, karboksimetil sellüloza (KMS), su və digər komponentlər daxildir.

Hal-hazırda istifadə sahəsi üzrə polimer yapışqanların bir-neçə növləri mövcuddur;

- daxili işlər üçün. Belə polimer yapışqanı interyerlərin dekorasiyasında, xüsusən də, parketin döşənməsində, plitələrin, gips-karton panellərin montaj edilməsində tətbiq edilir. Bu tərkibli yapışqanın istifadəsi zamanı stabil yüksək səviyyədə nəmliyin və səthə aqressiv kimyəvi maddələrin təsirinin olmaması mütləq şərtidir;

- xarici üzləyiciləri yapışdırmaq üçün. Binaların fəsadının abadlaşmasında istifadə edilir. Mozaikanın, keramik materialların qoyulması, izolyasiya plitələrinin fiksasiyası üçün yararlıdır. Belə polimer yapışqanlar atmosfer təsirinə, yüksək və aşağı temperaturlara qarşı davamlılığı ilə fərqlənir;

- universal – istənilən işin, istər daxili, istərsə də xarici işlərin yerinə yetirilməsində tətbiq üçün yararlıdır. Əsas üstünlüyü – qiyməti və birləşdirilən səthlərin keyfiyyətinin arasında optimal balansın olmasıdır;

- montaj yapışqanı – qırıntıları yapışdırmaqla böyütmək, ağır çəkili materialların yapışdırılması, binaların fəsadının qabarit elementlərinin fiksasiyası üçün tətbiq olunur. Nəinki sənayedə, həm də məişətdə geniş tətbiq edilir. Montaj polimer əsasın başlıca üstünlüyü – xarici təsirə qarşı: kimyəvi maddələrin yüksək nəmliyinə, vibrasiyaya, zərbə ağırlığına, səthə təzyiqə qarşı yüksək davamlığa malik olmasıdır;

- “maye mıxlar” - belə polimer yapışqan gips-karton plitələrin, metal səthlərin, şüşə, keramika və plastiklərin birləşdirilməsi üçün ideal material hesab olunur. Tərkibində sintetik kauçukun olması sayəsində tərkib ani surətdə bərkiyir. Bu məhsul bu adı

ona görə qazanmışdır ki, səthləri etibarlı surətdə bərkitmək üçün maddənin nöqtə boyda çəkilməsi kifayətdir;

- “soyuq qaynaq” - polimer gili, şüşəni, plastiki, taxtanı, metalı yapışdırmaq üçün və məmulatın qopmuş hissəsini yapışdırmaq lazım olan hallarda tətbiq edilir.

Birləşmənin yüksək mexaniki möhkəmliyindən başqa, polimer yapışqanlara qarşı çox yüksək tələblər irəli sürülür: yapışqan elastik, yanmayan, elektro – və yaxud istilik keçirici olmalıdır. Polimer yapışqanlara müəyyən xassələr vermək üçün onların tərkibinə müxtəlif qatqılar, məsələn, yapışqanın yanmayan olması üçün stibium oksid daxil edilir. Və yaxud, yapışqanın istilik keçiriciliyini artırmaq üçün bor nitrid əlavə edilir. Polimer yapışqanlara daxil edilən qatqılar ciddi surətdə resepturaya müvafiq olmalıdır, əks halda yapışqan özünün adgeziya qabiliyyətini itirə bilər.

POLİMERBETON- üzvü yüksəkmolekullu əlaqələndirici əsasında olan betondur. Polimer betonda əlaqələndirici kimi əsasən termoreaktiv qatranlar tətbiq edilir. Furan (furfurol-aseton monomerində), fenol, doymamış poliefir, epoksid qatranları əsasında polimerbeton işlənib hazırlanmışdır. Bəzən polimerbetonun hazırlanması üçün termoplastik məhsullardan, məs., kumaron-inden qatranlarından istifadə olunur. Polimerbetonlarda doldurucu kimi çınqıl daşlardan (qranit və andezit), kvars qumdan istifadə edilir. Doldurucu hissəciklərinin ölçüsü 0.1-40 mm, rütubəti isə -5%-dən artıq olmamalıdır. Polimerbetonda qaba doldurucu 1:3–1:20 (kütlə) arasında dəyişə bilər. Turşu bərkidici iştirakında strukturlaşan əlaqələndiricilərdən istifadə edildikdə doldurucularda karbonatın miqdarı (0.5-1% həddində) məhduddur, çünki karbonatların bərkidici ilə, yəni tikici komponentlərlə qarşılıqlı təsiri reaksiyası polimerbetonun sıxlığının və möhkəmliyinin azalmasıyla nəticələnən qaz əmələ gəlməsinə səbəb olur, tərkibdə tikici, bərkidici komponentin miqdarı əlaqələndiricinin kütləsinin 2-30%-ni təşkil edir. Polimerbeton aqressiv mühitə malik sənaye binalarında döşəmələrin örtülməsi, güclü yüklərin intensiv təsirinə məruz qalan körpülərin və yolların örtülməsi, həmçinin müxtəlif strukturların dekorativ dizaynı üçün geniş istifadə olunur.

Polimerbetondan borular, şaxtaların boruları hazırlanmış, metal-la armaturlaşdırılmış beton (pölad-polimer beton) yüksək möhkəmliyə malik material kimi perspektivli olub, aqressiv mühitlə təmasda olan konstruksiyalarda istifadə edilə bilər. Polimerbetonun tikinti konstruksiyalarında istifadəsi bəzi hallarda aşağı temperaturda sürüşmə və yanma qabiliyyəti ilə məhdudlaşır.

POLİMERDƏ QAZƏMƏLƏGƏTİRİCİLƏR - bu, xüsusi şəraitdə qaz tərkiblər əmələ gətirən maddələr qrupudur. Polimer kompozisiyalarının ərintilərinin köpüklənməsi qazəmələgə-tiricilərdən (poroforlardan), yəni yüksək temperaturda qazların ayrılması ilə parçalana bilən üzvi maddələrdən istifadə etməklə həyata keçirilir.

Qazəmələgətiriciləri xarakterizə edən əsas göstəricilər bunlardır: parçalanma temperaturu və ya parçalanmanın baş verdiyi temperatur intervalı; qaz ədədi - 1q qazəmələgətiricinin parçalanması zamanı ayrılan qazın həcmidir, cm^3 .

Qazəmələgətiricilər yaxud köpükləndirici maddələr aqreqat hallarına görə bərk, maye və qaz halında olurlar. Qazın ayrılması prosesinin mexanizminə görə bərk və maye qazəmələgətiriciləri aşağıdakı kimi təsnif etmək olar:

1) Dönməyən termiki parçalanma nəticəsində ayrılan qaz maddələri (poroforlar);

2) Dönər termiki parçalanma nəticəsində ayrılan qazəmələgətirici maddələr;

3) Komponentlərin kimyəvi qarşılıqlı təsiri nəticəsində ayrılan qazəmələgətirici maddələr;

4) Termal desorbsiya nəticəsində əvvəllər udulmuş qazları buraxan qazəmələgətirənlər (adsorbentlər);

5) Qazəmələgətiricilər - aşağı temperaturda qaynayan mayelərdir. Bu maddələr qaynama temperaturuna kimi qızdırıldıqda və ya təzyiq şəraitində polimerləri köpükləndirir.

Kimyəvi təbiətinə görə üzvi və qeyri-üzvi qazəmələgətiricilər fərqləndirilir.

Qazəmələgətiricilər aşağıdakı tələblərə cavab verməlidir.

1) qazəmələgətiricinin maksimum temperatur intervalı polimer tərkibin tam yumşalma temperaturuna yaxın olmalıdır;

2) polimer kompozisiyanın tərkibində qazəmələgətirici yaxşı paylanmalıdır;

3) qazəmələgətirici və onun parçalanma məhsulları polimerin bərkimə sürətinə təsir etməməlidir;

4) qazəmələgətiricinin termiki parçalanması sıçrayışla deyil, tədricən, nəzəri hesablanmaya uyğun miqdarda qazın ayrılması ilə getməlidir;

5) qazəmələgətiricinin parçalanması polimerin destruksiyasına səbəb olacaq istilik miqdarının ayrılması ilə müşayiət olunmamalıdır:

6) penoplastların istehsalı zamanı istifadə olunan temperaturlarında qazəmələgətiricilər və onun parçalanması zamanı alınan qazlar polimerlə reaksiyaya daxil olmamalı və texnoloji avadanlığı korroziyaya uğratmamalıdır;

7) qazəmələgətiricilər daşınma və saxlama zamanı əlçatan və ucuz olmalıdırlar;

8) qazəmələgətiricilər və onların termiki parçalanma məhsulları zəhərli olmamalıdır.

Dönən termiki parçalanma nəticəsində qazəmələgətirici tərkiblərə qeyri-üzvi maddələr – karbonatlar aiddir. Onların üstünlüyü ucuz və asan əldə olunması, üzvi qazəmələgətiricilərdən fərqli olaraq, polimerə plastikləşdirici təsir göstərməməsi və parçalanma məhsullarının daha yüksək istiliyə davamlı penoplastlar almağa imkan verməsi ilə müəyyən olunur. Lakin onların polimerlə zəif uyğunlaşması qarışıqda bərabər paylanmasını çətinləşdirir ki, bu da onların çatışmayan cəhətidir. Penoplastların istehsalında ammonium karbonat və natrium bikarbonat tipli qazəmələgətiricilər geniş tətbiq tapmışdır.

Parçalanma 85°C-də başlayır və temperaturun yüksəlməsi ilə daha da sürətlənir. Parçalanma zamanı alınan qaz məhsulların nəzəri miqdarı 267 cm³/q təşkil edir. Parçalanma, böyük məsələləri olmayan vahid strukturun əmələ gəlməsi ilə sakit şəkildə

baş verir. Natrium bikarbonat nisbətən aşağı köpüklənmə təsirinə malikdir, buna görə də onu adətən ammonium karbonat ilə birgə istifadə edirlər. Onun dənəvərlərinin ölçüsü 2 mm-dən çox olmamalıdır.

Komponentlərin kimyəvi qarşılıqlı təsiri nəticəsində qaz əmələ gətirən qazəmələgətiricilərin köpük və məsaməli plastiklərin istehsalında istifadəsi haqqında məlumatlar ədəbiyyatda yaxın zamanlarda rast gəlməyə başlamışdır. Hal-hazırda bu qazəmələgətiricilər köpük kauçuk istehsalında kifayət qədər geniş tətbiq olunur. Fenol-formaldehid polimerlərini köpükləndirmək üçün qazın ayrılması ilə müşayiət olunan elektrokimyəvi gərginlik sırasında hidrogendən daha aktiv metalların (Al, Zn, Mg, Fe) H_2SO_4 , H_3PO_4 , HCl kimi mineral turşularla qarşılıqlı təsir reaksiyalarından istifadə olunur. Polimerdə dispersləşməni asanlaşdırmaq üçün metalların müəyyən nazik lövhə formalı hissəciklərindən, tozlarından istifadə edilir. Bundan əlavə, metal tozların (Zn, Al, Mg və s.) üzvi turşularla (məsələn, olein turşusu) qızdırıldıqda kifayət qədər intensiv qaz əmələ gətirə bilən qarışıqlarından da istifadə olunur.

Bu polimerləri köpükləndirmək üçün fenildiazonium duzlarının (məsələn, sulfit $[C_6H_5-N\equiv N]^+_2SO_3$ və ya fosfat $[C_6H_5-N\equiv N]^+_3PO_4$) su ilə otaq temperaturunda reaksiyası aparılır, nəticədə azot, fenol və müvafiq turşu ayrılır.

Fiziki qazəmələgətiricilər qaz və ya köpükləndirici maddələrin iştirakı olmadan əldə edilən məsaməli materiallardır.

Təcrübədə istifadə olunan məsaməli materiallara məsamələri ya izafi suyun xaric edilməsi, ya da izafi suyun və qarışığın qaynaması nəticəsində əmələ gələn materiallar aiddir.

POLİMERDƏN KALANDRLAMA ÜSULU İLƏ PLYONKALARIN ALINMASI. Kalandr üsulu ilə polivinilxloriddən plynkalar alınır. Bu metod aşağıdakı məqsədlər üçün həyata keçirilir: 1) polimer materialdan fasiləsiz olaraq lent hazırlanması; 2) parçanın üzərinə polimer material çəkilməsində (ehtiyac olduqda); 3) əvvəlcədən formalaşdırılmış lentin yeni əlavəsinin hazırlanmasında.

Valslamadan fərqli olaraq kalandrlamada polimer material vallar arasındakı kiçik boşluqdan yalnız bir dəfə keçir. Hamar səthli vərəq və ya plyonka əldə etmək üçün polimer material bir neçə kiçik məsafədən (adətən 2 və ya 3) buraxılır. Kalandrlamanın mexaniki görünüşü daha çox valslamaya bənzəyir.

Rezin sənayesində kalandrlama aşağıdakı texnoloji proseslərdə istifadə olunur:

1. Qalınlığı 0,5-1,5 mm olan, sonsuz vərəqlər almaq üçün rezin qarışıqların vərəq halına salınması.

2. Profilləşdirilmiş əşyaların, məsələn, bir tərəfi relyef naxışı olan ayaqqabı altının profilli kalandrda istehsalı.

3. Qalınlığı 1,5 mm olan parçaların istehsalında vərəqlərin ikincisinin hazırlanması üçün dubllaşdırılması (ikiqat olması).

4. Rezin qarışığı parçanın sapları arasından basılmaqla parçanın rezinləşdirilməsi (ikiləşdirmə).

POLİMERİN HƏLLOLMA ENTALPIYASI. Polimerlər üçün həllolma mexanizmi bir-birini tamamlayan iki mərhələdən ibarətdir. Birinci mərhələdə - həlledicinin hərəkətdə olan molekullarının polimerə diffuziyası baş verir. Bu, həlledici molekulları polimerdə molekullarası hidrogen rabitələrini qıraraq, makromolekulların arasına girməklə orada monomolekulyar solvat qatı əmələ gətirirlər. Kifayət qədər yüksək molekul kütləsinə malik olan xətti polimerlərdə bu mərhələdə sistemin entalpiyasının azalması ilə müşayiət olunan şişmə baş verir. Bu zaman entropiya demək olar ki, dəyişmir və yaxud bir qədər azalır. Monomolekulyar solvat qatın əmələ gəlməsi makromolekulları bir-birindən ayırır, bununla da, polimerin sonrakı şişməsi asanlaşır. Şişmə qeyri-məhdud davam etdikdə makromolekullar məhlula keçir. Prosesin bu, ikinci mərhələsi, entalpiyanın sabitliyi və entropiyanın fasiləsiz yüksəlməsi ilə xarakterizə olunur.

Polimeri aşağı molekullu maye halında birləşmələrdə həll etdikdə əksər hallarda qarışma entalpiyası kiçik olur. Elastomerlərdə o, bir qayda olaraq, müsbətdir. Polimerin çox sayda həlledicidə yaxşı həll olması qarışma entropiyasının qeyri-adi yüksək kəmiy-

yəti ilə şərtlənir. Polimer məhlulların xassələrinin ideal məhlulların xassələrinə uyğun gəlməməsi məhz qeyd edilən sonuncu amillə izah olunur. Polimer məhlullar nəzəriyyəsi polimerin həlledici ilə qarışma entropiyasını hesablamağa imkan vermişdir. Ancaq istifadə olunan modelə yaxın bir sıra əhəmiyyət kəsb edən modellərin olmasına baxmayaraq, bu nəzəriyyənin köməyi ilə qarışmanın sərbəst enerjisinin və müvafiq olaraq, sistemin komponentlərinin sərbəst enerjisinin tənliyi (polimerin və həlledicinin kimyəvi potensialları) polimer məhlulların əsas xüsusiyyətlərini izah etməyə imkan verir.

Sistemin entalpiyasının dəyişməsi əks işarə ilə polimerlərin həllolma istiliyinə bərabərdir.

Flori–Haggins nəzəriyyəsinə görə, polimerin “yaxşı” həlledicidə həll olması Gibbs enerjisinin nəzərə çarpacaq dərəcədə azalması ilə müşayət olunur. Bu, həm istiliyin ayrılması, həm də entropiyanın artması ilə əlaqədardır. Bu o deməkdir ki, polimer məhlulunda makromolekullar arasında itələyici qüvvə entropiya təşkil edici və həlledici ilə qarşılıqlı təsirin nəticəsidir. “Pis” həlledicilərdə istiliyin udulması baş verir və makromolekullar arasındakı itələyici qüvvə tamamilə entropiya təbiətinə malik olur. Entropiyanın artımı molekullararası qarşılıqlı təsirin nəticəsində Gibbs enerjisinin artımını tamamilə dayandırır. Belə sistemlərdə Flori temperaturunu əldə etmək mümkündür (qarışmanın müsbət entropiyası izafi entropiya ilə kompensasiya olunur), ondan aşağı temperaturda makromolekulların arasında cəzb etmə qüvvəsi təsir göstərir.

Monomerlərdən fərqli olaraq, polimerlərin həll olma istiliyi əsasən solvatlaşma entalpiyası ilə əlaqədardır. Bu proses kontakt vaxtı, həll olmanın başlanğıcında baş verir. Sonrakı həll olma prosesi artıq sistemin entalpiyası dəyişmədən gedir. Solvatlaşma entalpiyası bir qayda olaraq, mənfidir. Ona görə, polimerlərin həll olması əsasən ekzotermik prosesdir. Yalnız bəzi hallarda, qeyri-polyar polimerlərin qeyri-polyar həlledicilərdə həll olması endotermik prosesdir. Məsələn, kauçukun toluolda həll olması.

POLİMERİN SUYA DAVAMLILIĞI polimerlərin suyun uzun müddət təsirindən sonra öz xassələrini saxlamaq qabiliyyətidir. Polimerlər su ilə təmasda olduqda, su səthdən materialın dərinliyinə diffuziya edir və bu zaman polimer şişir (poroplastlar suyu şişmədən uda bilirlər). Suyun udulması bəzən məmulatın formasının dəyişməsinə, həmcinin polimerin möhkəmliyinin azalması və dielektrik xassələrinin pisləşməsinə və s. səbəb olur. Bu zaman polimer materialların strukturu və xassələri suda həll olunan komponentlərin (plastikləşdiricilər, stabilizatorlar və s.) su ilə ekstraksiyası nəticəsində dəyişə bilər.

Polimer materiallar suya davamlılıqdan başqa rütubətə qarşı davamlılıq ilə də xarakterizə olunurlar.

Rütubətə qarşı davamlılıq - rütubətli hava şəraitində uzun müddət qaldıqda polimer məmulatın xassələrini saxlamaq qabiliyyətidir. Lakin çox tez-tez suyun səth qatında toplanması (adsorbsiya) müşahidə olunur. Bu halda nəm polimerdəki mikro çatlara nüfuz edər və nəticədə mexaniki qüvvələrin təsiri altında onun dağılmasına səbəb ola bilər. Suyun udulması bəzən polimer molekullarındakı bağların hidrolitik parçalanması ilə müşayiət olunur. Bu proses əsasən polikondensləşmə üsulu ilə alınmış polimerlərdə və yüksək temperaturda nəzərə çarpan sürətlə baş verir. Materialın su ilə uzun müddət təmasından sonra suyun udulması prosesi tarazlıq halına çatır. Suyun udulması nümunənin kütləsinin artma faizi kimi və ya nümunənin vahid səthinə düşən udulmuş suyun kütləsi ilə ifadə edilir, məsələn, q/dm^2 , kq/m^2 . Polimerlərin nəm davamlılığı (bax: Polimerlərin nəm keçiriciliyi) polimerin təbiətindən, strukturundan, polimer kompozisiyalarının tərkibindən, bağlayıcının bərkimə dərəcəsindən, emal üsulundan, məhsulun qalınlığı və məsaməlik dərəcəsindən asılıdır.

POLİMERLƏRDƏ DİFFERENSIAL TERMİKİ ANALİZ (DTA) – fiziki-kimyəvi analiz üsulu olub polimerlərdə onları qızdırdıqda və ya soyutduqda baş verən prosesləri öyrənmək üçün tətbiq olunur. Bu üsul tədqiq olunan nümunə və “inert” maddə temperaturları arasındakı fərqi arası kəsilmədən qızdırılması

(çox az halda soyudulması) zamanı ölçülməsinə əsaslanır. İnert maddə dedikdə qeyd edilmiş müəyyən temperatur intervalında heç bir termiki çevrilməyə uğramayan maddə başa düşülür. Adətən inert maddə kimi Al_2O_3 istifadə edilir.

Əgər nümunədə çevrilmələr istilik effektləri ilə müşayiət olunmursa və bu dəyişikliklər yalnız istilik tutumunun dəyişməsi ilə bağlıdırsa onda termoqramda differensial əyrinin əsas xətdən kənara çıxmaları qeyd olunur. Termoqramlardan alınan əsas kəmiyyət informasiyası baş verən çevrilmələrin temperatur xarakteristikalarından ibarətdir. Bəzi hallarda təbiətə müxtəlif olan fiziki və kimyəvi proseslərin eyni ilə əks olunması səbəbindən termoqramın təhlili çətinləşmiş olur. Buna görə də baş verən prosesin təbiətini müəyyən etmək məqsədi ilə silsilə təcrübələr aparılır. Adətən termoqramların təhlilini, açıqlanmasını asanlaşdırmaq məqsədi ilə differensial termiki analiz termoqravimetriya və mikrostruktur tədqiqatlarıyla birgə aparılır.

Polimer şüşəvari haldan yüksək elastiki və ya özlü axıcı hala keçdikdə onun istilik tutumu dəyişir ki, bu da differensial əyridə xarakteristik sıçrayışa gətirib çıxarır. Polimerlərin kristallaşması istilik ayrılması ilə müşayiət olunur və bu, verilmiş temperatur intervalında kristallaşma sürəti soyuma və ya qızma sürətindən yüksək olduğu təqdirdə termoqramda ekzometrik piklə ifadə olunur. Differensial termiki analiz vasitəsilə çox vaxt polimerlərin əriməsi tədqiq olunur. Polimerlərin kristallik quruluşunda defektlərin olması ilə əlaqədar onların ərimə prosesi adətən müəyyən bir nöqtədə deyil, müəyyən temperatur intervalında baş verir və bu interval ilk növbədə makromolekulun quruluşunda nizamlılıq dərəcəsindən asılıdır.

Differensial termiki analiz bu faktorların nümunənin əriməsinə təsirini qiymətləndirməyə imkan verir. Bir çox polimerlər üçün termoqravimetrik əyrinin ərimə temperaturu sahəsində bir deyil iki və ya daha çox pikin olması xarakterikdir. Homopolimerlərdə bunun səbəbi nümunədə kristal hissənin müxtəlif dərəcədə olması ilə əlaqədardır. Əriməni göstərən əyridə birdən çox

pikin olması bəzi hallarda polimerin müxtəlif kristal modifikasiyalarda olması ilə əlaqədardır. Müəyyən şəraitlərdə termoqramda keçidlərin temperatur intervalını təyin etməkdən əlavə bu keçidlərin istilik effektlərini də hesablamaq mümkündür. Hazırda eyni zamanda termiki və kalorimetrik analiz üzrə tədqiqatlar həyata keçirilir. Bu halda analitik cihazlarda ölçmə daha dəqiq, tədqiq olunan nümunənin miqdarı isə nisbətən kiçik olur.

POLİMERLƏRDƏ DİXROİZM – maddənin polyarlaşmasından asılı olaraq işığı fərqli udmasıdır (anizotrop udulma). Udulma işıq dalğasının uzunluğundan da asılıdır. Buna görə də dixroik maddələr müşahidə zamanı müxtəlif istiqamətlərdə müxtəlif rənglərdə görünürlər və məhz buna görə də “dixroizm” ifadəsindən istifadə edilir. Bu söz yunan dilindən götürülmüşdür və dichroos – iki rəngli deməkdir.

Xətti, dairəvi və ellipsvari dixroizmləri fərqləndirirlər.

Xətti dixroizm – işığın iki qarşılıqlı perpendikulyar xətti polyarlaşmada fərqli udulmasıdır; *Dairəvi dixroizm* – işığın sağ və sol dairəvi polyarlaşmada fərqli udulmasıdır. *Ellipsvari dixroizm* – sağ və sol elliptik polyarlaşma ilə işığın udulmasıdır.

Dixroizm həm də təbii işığın maddə daxilində yayılma istiqamətindən asılı olaraq udulma fərqi göstərir.

Dixroizm yalnız elektron deyil, həm də qismən molekulun titrəyişli keçidlərində müşahidə edilir. Əgər verilən keçid eyni zamanda elastik və dipol momentlərinin dəyişməsi ilə müşayiət olunsaydı dairəvi dixroizm meydana gəlir.

Belə molekul optiki aktiv adlanır. Yalnız qeyri mərkəzi simmetrik molekullar dairəvi dixroizmə malikdirlər. Anizotrop molekullardan ibarət maddənin dixroizmi bu molekulların nisbi yerləşməsindən asılıdır. Molekullararası qarşılıqlı təsir zəif və bütün oriyentasiyalar eyni dərəcədə mümkün olan (ideal qarışıq qaydasızlığı) qaz və buxarlarda xətti dixroizm mövcud deyil, skalyar hasil ilə təsvir olunan dairəvi dixroizm müşahidə olunur. Anizotrop molekulların nizamlı oriyentasiyasında xətti dixroizm meydana çıxır. Dairəvi dixroizm vektor hasili ilə ifadə edilir. Kondensləşmiş mü-

hitlərdə anizotrop udulma iki səbəbdən əmələ gələ bilər: 1) anizotrop molekulaların müəyyən nizamlanmış oriyentasiyasının nəticəsi kimi; 2) kristallarda kollektiv effektlərlə şərtləndirilmiş yeni kristallik, struktur rabitələr yaranır (məsələn yarımkeçiricilərdə, molekulyar kristallarda eksiton keçidlər və s.).

Optiki fırlanma dispersiyasının (OFD) və dairəvi dispersiyanın (DD) ölçülmə üsulları üzvi kimyada istifadə olunur və bir sıra məsələləri həll edir:

– müxtəlif fiziki-kimyəvi təsirlər altında empirik qaydalar ilə komformasiyanın və onun dəyişikliklərinin təyini (əsasən fermentativ);

– kimyəvi reaksiyaların mexanizmi və kinetikasının öyrənilməsi;

– stereokimyəvi xassələrin öyrənilməsi;

– optiki aktiv maddələrin qatılığının ölçülməsi;

– makromolekulların spirallığının təyini;

– molekulların elektron xassələrinin təyini;

– maddələrin konformasiyasına aşağı temperaturların təsirinin tədqiqi;

– bərk cism–maye–qaz faza keçidlərinin strukturun dəyişməsinə təsiri.

Polimerlərin deformasiyası nəticəsində struktur elementlərinin oriyentasiyası infraqırmızı dixroizmin yaranmasına səbəb olur. Dairəvi dixroizmin öyrənilməsi polimerlərin tərkibi və quruluşu barədə daha geniş məlumat verir. Dixroizm asimmetrik əhatədə olan ayrı-ayrı xromoforların sistemin ümumi dairəvi dixroizminə olan təsirini daha aydın görməyə imkan verir. Optiki fırlanmanın və dairəvi dixroizmin qeydə alınması üçün sənayedə istehsal olunan və dairəvi dixroizmi tədqiq etmək üçün əlavə hissəyə malik spektropolyarimetrlərdən istifadə olunur.

POLİMERLƏRDƏ ELEMENT ANALİZİ – bu analiz üsulu ilə tədqiq olunan polimerlərdə kimyəvi elementlərin keyfiyyət və kəmiyyətinin təyini həyata keçirilir. Üzvi birləşmələrin element analizi üsullarının müxtəlifliyini nəzərə alaraq polimerlərin element analizində mikroüsullar daha əhəmiyyətli sayılırlar.

Karbon və hidrogenin təyini polimer nümunəsinin məlum miqdarının oksigen axınında CO_2 və H_2O -yə kimi yandırılması və müvafiq uduclarda bu birləşmələrin tutulmasına əsaslanır. Üzvi birləşmənin yandırılmasında oksigen mənbəyi kimi oksigen ilə yanaşı yüksək temperaturda oksidləşdirildirici kimi təsir edən bəzi bərk oksidləşdirici maddələrdən istifadə edilir. Belə bərk oksidləşdiricilərə Cu_4O , PbCrO_4 , MnO_2 , AgVO_3 , CeO_2 , Co_3O_4 , V_2O_5 və s. aiddir. Tərkibində azot olan polimerlərdə karbon və hidrogeni təyin etdikdə H_2O və CO_2 üçün nəzərdə tutulmuş uducu sistemdə yerləşdirilmiş uducu aparatlar arasında azot oksidlərini udmaq üçün adsorbentlə sulfat turşusunda kalium permanqanat, eləcə də kalium və gümüş permanqanatın parçalanma məhsulları doldurulmuş əlavə bir Preql aparatı yerləşdirilir.

Karbon, hidrogen və fosforun təyini nümunə oksigen axınında pirolitik yandırıldıqdan sonra həyata keçirilir. Bu zaman əmələ gələn P_2O_5 nümunənin üzərində stəkanlarda yerləşdirilmiş kvarsla tutulur və fosforun miqdarı stəkanda çəki artımına əsasən hesablanır.

Karbon, hidrogen və silisium eyni zamanda təyin edildikdə də nümunə oksigen axınında yandırılır, nümunənin üzərində kvars stəkana yerləşdirilmiş xromlaşdırılmış asbest vasitəsilə qaz axınından H_2O və CO_2 tutulur. Stəkanın çəki artımına görə silisiumun miqdarı təyin edilir.

Azotun miqdarı adətən Dyuma-Keldal üsulu ilə təyin edilir. Bu üsulla azotu təyin etmək üçün əvvəlcədən nikel oksidi ilə qarışdırılmış tədqiq olunan maddə kvars stəkanda CO_2 mühitində yüksək temperaturda ($850\text{-}1000^\circ\text{C}$) yandırılır və ayrılan qaz halında azot azometrdə 50%-li KOH məhlulunda toplanır.

Halogenlər adətən tədqiq olunan nümunə oksigen mühitində platin katalizatoru üzərində kolbada yandırıldıqdan sonra təyin edilir (Şeniger üsulu). Alınmış halogenidlərin miqdarı müvafiq üsullarla təyin edilir.

Oksigenin təyini nümunənin 950°C temperaturda helium mühitində platinləşdirilmiş və ya nikelləşdirilmiş qurum (duda) iştirakında parçalanmasına əsaslanır. Bu zaman oksigen miqdarı

olaraq CO-ya çevrilir və 550°C temperaturda CuO katalizatoru üzərində CO₂-yə kimi oksidləşdirilir. CO₂-nin təyini C, H, N təyini üçün istifadə edilən xromatoqrafik kolonkada, reduksiyaedici boruda mis naqili layını yarısına kimi CuO-ə dəyişməklə həyata keçirilir.

Kükürdün təyini də nümunənin oksigen olan kolbada (məsələn, Şeniger üsulu ilə) yandırılması, sonradan alınan məhsulların sulfat iona kimi oksidləşməsi (məsələn, hidrogen peroksidlə) və sonuncunun miqdarının müvafiq üsullarla təyin edilməsi ilə həyata keçirilir.

Borun miqdarı polimer nümunəsi yandırıldıqdan sonra alınan bor anhidridinin qələvi ilə tutulması (borat əmələ gəlir) ilə təyin edilir. Borat neytrallaşdırıldıqda alınan bor turşusu qələvi ilə titrləmə (əvvəlcədən mannitol əlavə edilir) vasitəsilə təyin edilir. İndikator kimi fenolftaleindən istifadə olunur.

Flüor - polimer nümunəsi yandırıldıqda flüorid turşusu şəklində su ilə tutulur və torium nitratla titrlənir. İndikator kimi alizarin sulfoturşusunun natrium duzundan istifadə edilir.

Fosfor - yuxarıda qeyd edilmiş üsuldan əlavə polimerin yanma məhsulları duru nitrat turşusu ilə tutulduqdan sonra ammoniyak mühitində maqnezium xloridlə fosfat ionunu çökdürməklə təyin edilir. Maqnezium xloridin artıq miqdarı trilon B ilə titrlənir. İndikator kimi erioxrom T istifadə edilir.

Polimerlərdə digər elementlər adi üzvi birləşmələrdə təyin üsulundan istifadə etməklə müəyyən edilir.

POLİMERLƏRDƏ HİSTEREZİS HADİSƏSİ – bu, dəyişən xarici təsirə, bu təsirin artan və ya azalan intensivliyinə qarşı polimerin reaksiyasının vaxtla geri qalmasıdır.

Dolanmış yumaq konformasiyasında olan polimerin makromolekulları dartılma zamanı dartılma istiqamətinə yönəlir. Fiziki düyünlərin fluktuasiya toru həmin anın gərginliyinə uyğun gələn, tarazlıq konformasiyasını əldə etməyi çətinləşdirir və buna görə də, dartılma zamanı real deformasiya tarazlıqdan kiçik olacaqdır.

Relaksasiya proseslərinin mühüm əlamətlərindən biri, mahiyyəti qeyd edilən elastik histerezisdir: əgər nümunəyə tədricən artan gərginliklə təsir edərək, sonra onu həmin sürətlə azaltsaq, o zaman gərginliyin artmasını əks etdirən gərginlik - deformasiya əyrisi enmə əyrisi ilə üst-üstə düşmür. Yəni, deformasiyanın D dəyişməsi gərginliyin σ dəyişməsindən geri qalır. Deformasiyanın azalma əyrisi gərginliyin azalma ilə koordinatın başlanğıcına qayıtmır və deformasiyanın müəyyən bir qiymətinə D_1 uyğun gəlir. Onu formal surətdə geri qayıtmayan qalıq deformasiya kimi qəbul etmək olar (şəkil).

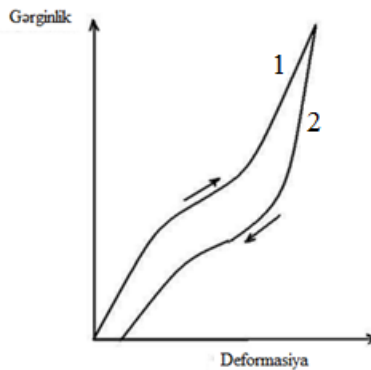
Lakin vaxt ötdükcə bu deformasiya tədricən azalır, ona görə də, onu ehtimal olunan qalıq deformasiya adlandırırlar. Elastik histerezisin peyda olması gərginliyin və temperaturun yüklənmə sürətindən asılıdır. Yüklənmənin təsir müddəti relaksasiya müddətinə bərabər olarsa, ($t=\tau$), o zaman histerezis tarazlıq əyrisinə çevrilir.

Nümunədə toplanan enerji nümunənin yüklənmə və boşaldılması zamanı sərf olunan xüsusi işin fərqi histerezis ilməyinin sahəsi kimi təyin edilir:

$$A_{\text{yükl}} = \int_0^{D_2} \sigma_1 dD ,$$

$$A_{\text{boşal}} = - \int_{D_2}^{D_1} \sigma_2 dD$$

burada, σ_1 və σ_2 – istiqamətin müvafiq olaraq yüksəlməsi və azalması zamanı, dəyişmə funksiyasıdır.



Histerezis ilməsi: 1-yükləmə; 2-boşaltma
Deformasiyanın gərginlikdən asılılığı

Buradan, histerezis ilməsinin sahəsi

$$S = A_{yükl} - A_{boşal} = \int_0^{D_2} \sigma_1 dD - \left(- \int_{D_2}^{D_1} \sigma_2 \right) dD = \int_0^{D_2} \sigma_1 dD + \int_{D_2}^{D_1} \sigma_2 dD$$

Bu toplanan və geri qayıtmayan enerji yalnız nümunəni qızdıran istiliyə çevrilə bilər. İstilik şəklində itən mexaniki enerji - mexaniki itki adlanır.

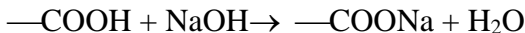
Histerezis hadisəsi rezin məmulatların, aşağı temperaturlarda (şüşələşmə temperaturundan yüksək olmayan) istismarı zamanı relaksasiya müddəti çox yüksək və məmulatların ölçülərinin bərpa prosesi gərginlik götürüləndən sonra çox ləng getdiyi hallarda xüsusən tez-tez müşahidə olunur.

Mexaniki histerezis – yüklənmə və boşaltma zamanı deformasiya sürətlərinin üst-üstə düşməməsi ilə əlaqədardır. Bu zaman deformasiyanın gərginlikdən geri qalması baş verir.

Əgər yükün təsir göstərdiyi müddətdə plastik deformasiya inkişaf etməyə imkan tapırsa (özlü axın), o zaman nümunə özünün ilkin formasını artıq heç vaxt öz-özünə bərpa edə bilmir. Əgər yüklənmə tsikli özlü axın əmələ gəlmədən, yüksək sürətlə gedərsə, o zaman “qalıq deformasiya” sonda tamamilə itəcəkdir.

Polimer materiallarda seqmental mütəhərriklik yüksək elastik vəziyyətdə daha yaxşı reallaşır. Bu halda polimerlərin deformasiyası böyük və geri dönən olur. Lakin, polimer materialların dönərliyi relaksasiya xarakteri daşıyır, yəni vaxtla uzanır.

POLİMERLƏRDƏ KARBOKSİL QRUPLARI. Polimerlərdə karboksil qruplarının miqdarının təyini qələvinin spirtə məhlulu ilə bu qrupların aşağıdakı reaksiyası üzrə birbaşa titrlənməsinə əsaslanır:



Polimerlərdə karboksil qrupları QOST P ИСО 17190-10-2015 üzrə təyin edilir.

POLİMERLƏRDƏ MƏCBURİ YÜKSƏK ELASTİK-LİK – kristallik və ya şüşəvari polimerlərdə σ_B -nin müəyyən həddən yüksək gərginliklərində yüksək elastik deformasiya ilə ifadə olunan hadisədir. σ_B vahidi – məcburi elastiklik həddü adlanır.

σ_B həddindən aşağı olan gərginliklərdə bərk polimer aşağı molekullu bərk cisim kimi deformasiyaya uğrayır.

Aşağı temperaturalarda şüşəvari xətti, şaxələnmiş və seyrək torlu polimerlər də özlərini kövrək material kimi aparırlar. Şüşəvari haldan yüksək elastik hala keçməyə müvafiq temperatur kövrəklik temperaturu adlandırılır. Şüşəvari sıx torlu polimerlər özlərini həmişə kövrək cisim kimi aparırlar. Belə polimerlər üçün çox da böyük olmayan elastik deformasiya xarakterikdir, məcburi elastiklik isə mövcud deyil.

Şüşəvari və kristallik halda artan böyük deformasiyalar təbiətən yüksək elastikdirlər, çünki makromolekulların konformasiyasının dəyişməsi ilə bağlıdırlar. Bərk halda olan makromolekulların konformasiyasının dəyişməsi üçün xarici qüvvənin təsiri vacibdir. Makromolekulların molekullarası qarşılıqlı təsir qüvvəsi ilə yaranmış konformasiyaları bir istilik hərəkəti ilə nəzərə çarpacaq dərəcədə dəyişmək mümkün olmur. Bu zaman artan məcburi yüksək elastik deformasiya xarici qüvvənin təsiri aradan qaldırıldıqdan sonra dəyişməz olaraq qalır.

Amorf polimerlərin məcburi yüksək elastikliyi relaksasiya nəzəriyyəsi ilə izah olunur. Polimer şüşələrdə makrozəncir molekullarının elastikliyi sayəsində cismin bütövlüyü saxlanılmaqla makromolekulların ayrı-ayrı hissələrinin yenidən qruplaşması mümkündür, çünki hətta ayrı-ayrı seqmentlərin məcburi nəzərə çarpan yerdəyişməsi zamanı belə makromolekullar arasında əlaqə saxlanılır. Deformasiyanın molekulyar və ya struktur təbiətinə əsaslanan məcburi yüksək elastikliyin mümkünlüyü zəncirvari molekulların və ya molekulüstü struktur elementlərinin yerdəyişməsi üçün tələb olunan gərginliyin və materialın möhkəmliyinin nisbəti ilə müəyyən edilir.

POLİMERLƏRDƏ MOLEKULÜSTÜ QURULUŞUN QÜSURLARI. Kristallik qəfəsdə atomların dövrü, sistemli yerləşməsinin mümkün olan pozuluş variantı nöqtəvari qüsurlardır. Məsələn, kristallik qəfəsin düyünlərində atomun olmaması (va-

kansiya), Şotki qüsuru, qəfəsin düyünlərində artıq atomun (düyünlərarası), yaxud həmin düyüdə atomun başqa bir maddənin atomu ilə əvəz olunması (Rekkel qüsuru).

Kristalda vakansiya zəncirin sonunda, yaxud molekulun kimyəvi quruluşunun pozulması zamanı əmələ gələ bilər. Qəfəsin düyünlərində atomun yoxluğu izomerlərin qeyri müntəzəm ardıcılığı ilə əlaqədar olaraq molekulun düzxətli yerləşməsinin pozulması səbəbindən ola bilər. Molekulun düzxətli quruluştan kənara çıxması zəncirdə bir - trans və iki - qoşa konfigurasiyalarda halqaların növbələşməsindən, paylanmasından asılıdır. Bu növbəliliyin “kink” və “djoq” terminləri ilə ifadə olunması qəbul olunmuşdur. *Kink* molekulun sonradan ilkin vəziyyətə qayıtmaq-la səthdə yerdəyişməsinə, *djoq* isə molekulun qonşu zəncir vəziyyətində yerləşməsinə səbəb olur. Zəncir istqamətində sürüşmə – C–C– rabitəsinin ölçüsünə nisbətən 2 dəfə çox olur.

Makromolekul kristalına kinklərin daxil olma imkanı yalnız vakansiyaların, boş yerlərin əmələ gəlməsini deyil, həm də düyünlərin arasının doldurulmasını təmin edir. Lakin sonuncu halda qalıq monomer, yaxud qarışıq atomlar da ola bilər. Kristallaşma temperaturu yüksək, molekul kütləsi və molekul kütlə paylanması kiçik olduqda kristallar daha az qüsura malik olurlar.

Lay–lay yığılma qüsurlarından başqa, maye və kristal arası aralıq hal üçün xarakterik olan digər qüsurlar da meydana gəlir və bunun şərhini üçün para-kristallik konsepsiyadan istifadə edilir. Para-kristalda elementar yuvanın ölçüsü yuvadan yuvaya statik olaraq dəyişir. Məsafənin artması ilə bu fluktuasiyalar böyüyür. Bu isə qəfəsin orta q nöqtələri arasındakı məsafələrin örtülməsinə və uzaq düzülüşün, nizamın yox olmasına səbəb olur. Kristallik qəfəsdə motivlərin (dəlillərin) ideal vəziyyətlərindən kənara çıxması birinci növ qüsurlar adlanır. İstilik hərəkəti daima bu tip qüsurlar yaradır. Belə ki, birinci növ qüsurlar mövcud olduqda kristalda uzaq nizam saxlanılır. İkinci növ para-kristallik qüsurlar qəfəsdə ideal vəziyyətin pozulmasından asılı olmur. Bu növ qüsurlar hər bir motivdən kənara çıxma qonşu motivlərin vəziyyətindən asılı olduğu halda baş verir.

Kristalın dövriliyi hər hansı bir istiqamətdə üst-üstə düşdüüyü (örtüldüyü) hallarda xətti qüsurlar kateqoriyasından olan dislokasiya baş verir. Adətən, iki növ dislokasiyanı – kənar və burma, vint şəkilli diskolasiyanı fərqləndirirlər.

Teylor-Orovan dislokasiyası adlanan kənar, üç dislokasiya kristala əlavə səthin qismən daxil edilməsi yolu ilə alınır. Byurqers dislokasiyası adlanan burma dislokasiya kristalın bir hissəsinin qalıq hissəyə görə bir qədər sürüşməsi ilə alınır.

Uzun kristallaşma müddətində ərintidən böyük ölçülü (bir neçə min anqstremə qədər) kristallar almaq mümkün olur. Molekul kütləsinin artması ilə termodinamiki cəhətdən eyni layların əmələ gəlməsində kinetik çətinliklər yaranır və uzun zəncirlərdə dolaşılıq artır.

Səthi qüsurları, yaxud ikiölçülü qeyri mükəmməlliyi dörd qrupa bölmək olar:

1) sərbəst səthlər; 2) hissəciklərin kənarları böyük bucaqlı dezorientasiyalı; 3) hissəciklərin kənarları kiçik bucaqlı dezorientasiyalı; 4) qüsurlu qablaşdırma.

POLİMERLƏRDƏ ÖZLÜLÜK – özlü halda olan polimer sistemlərin xassəsi olub nümunənin formasının dönməyən dəyişkənliyinə müqavimətidir. Özlülük hadisəsi miqdarı olaraq özlülük adlandırılır və “r” simvolu ilə ifadə edilir. Polimerlər üçün təcrübədə tam deformasiyanın dönməyən axma deformasiyasını axıcı polimerlərdə elastik xassələri müəyyən edən dönən (yüksək elastik) deformasiyadan ayırmaq lazımdır. Polimerlərdə özlülük göstəricisi yalnız dönməyən deformasiya ilə təyin olunur.

Polimerlərin özlülüyü onların quruluşundan, molekullararası rabitədən, polimer kompozisiyanın tərkibinə daxil olan doldurucuların xassə və hərəkət sürətindən asılıdır. Bütün polimerlər üçün dinamik və kinematik özlülüyü fərqləndirirlər, hansı ki, materialın molekul kütlə xarakteristikaları ilə əlaqədardır.

Hal-hazırda polimerlərin özlülüyünü təyin etmək üçün çox sayda nəzəriyyə və asılılıqlar mövcudur. Hər hansı bir polimer nümunəsinin özlülüyünü təyin etmək üçün bir çox göstəricilər təyin edilməlidir və bu göstəricilər əsasında analitik asılılıq çıxarılır

və ya özlülük cədvəli qurulur. Adətən polimerlərin özlülüüyü cədvəldə temperaturdan asılılıq şəklində verilir. Polimerlərin özlülüüyü anlayışı əksər hallarda polimer materiallar almaq üçün nəzərdə tutulmuş aqreqatlar üçün ekstruziya hissələrinin işləyib hazırlanmasında istifadə edilir.

Polimer məmulatlar hazırlanması zamanı müxtəlif özlüklü maddələrdən istifadə edilərsə, bircinsli plastik kompozisiya qarışığını almaq üçün tərkibə aşağı molekul kütləli komponentlər (plastifikator) və ya sürtkü yağı əlavə edilməlidir. Bu komponentlərin əlavə edilməsi bircinsli struktura malik polimer material alınmasına imkan yaradır.

Müasir texnoloji praktikada polimer kompozisiyanın özlülük göstəricilərini qiymətləndirmək üçün reagentlə müəyyən edilmiş şəraitində temperatur və formaya salma rejiminin təyin edilməsi, polimerin axıcılığını və real emal proseslərinin modelləşdirilmiş qurğusunu asanlıqla qiymətləndirməyə imkan verən özlülük göstəricilərindən istifadə edilir.

Termoplastlar üçün ərintinin indeksinin təyini daha geniş yayılmışdır. Bu göstərici müəyyən temperatur və sürüşmə gərginliyində kapillyar viskozimetriya üsulu ilə təyin edilmiş axıcılıq xarakteristikasını ifadə edir. Bundan əlavə təzyiqlə altındə tökmə üsulu ilə emal olunan termoplastların özlülük xassələrini qiymətləndirilmək üçün əridilmiş polimerin standart formalı spiral xammalın hansı dərinliyə kimi axması ölçüləri, təyin edilən bu göstərici tökmə silindrin müxtəlif təzyiqlə və temperaturlarında təyin edilir və materialın texnoloji xassələrini xarakterizə etmək üçün istifadə edilir.

Vulkanlaşdırılmamış kauçuk və rezin qarışıqları üçün özlülüyn Muni üsulu ilə təyini geniş yayılmışdır.

Muni özlülüüyü kauçuk və ya rezinin Muni viskozimetrləri vasitəsi ilə təyin edilmiş özlülükləridir.

Bu cihaz standartlara (ГОСТ 10722-76 və ya ГОСТ 54552-2011) müvafiq olaraq materialın müəyyən sürətdə hərəkəti za-

manı deformasiya elastikliyinə bərpa olunma qabiliyyətini, özlülüyü və özlülüyün dəyişməsinə təyin etmək üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Muni viskozimetri motorla hərəkətə gətirilən iki yarımformadan düzəldilmiş silindrik kameraya yerləşdirilmiş rotordan ibarətdir. Cihazda tələb olunan temperatur şəraiti və yarımformaların birləşmə gücü saxlanılır. Muni viskozimetri vasitəsilə temperaturun və sınaq müddətinin kauçukların özlülüyünə təsiri müəyyən edilir. Nümunədə gərginliyin relaksasiyasını ölçmək üçün vizkometr gərginliyin relaksasiyasını vaxtın funksiyası kimi qeyd etmək üçün xüsusi qurğu ilə təchiz olunmuşdur.

Sınaq üsulu aşağıdakı mərhələlərə bölünür.

A mərhələsi özlülüyün Muni üsulu ilə ölçülməsi. Muni üsulunda özlülük sabit sürətlə, dəqiqədə ($200+0.02$) dövr edən, müəyyən təzyiq və temperatur şəraiti gözlənilən və müəyyən vaxt müddətində şərti silindr formalı boşluğa yerləşdirilmiş kauçuk nümunəsinə batırılmış metal disk (rotor) vasitəsilə ölçülür. Kauçukun bu formaya göstərdiyi müqavimət rotorda şərti ölçü vahidi ilə ifadə edilən və nümunənin Muni özlülüyü adlandırılan 2 fırlanma anı yaradır.

B mərhələsi – gərginliyin relaksasiyasının təyini. Nümunədə gərginliyin relaksasiyası Muni ilə özlülük ölçülən kimi dərhal təyin edilir. Sınağın sonunda Muni üzrə özlülük təyin edilməsi üçün rotor ani olaraq dayandırılır və fırlanan vaxtın dəyişməsi zamanın funksiyası kimi qeyd edilir.

C mərhələsi – vaxtından əvvəl vulkanlaşmanın xarakteristikalarının təyini. Bu üsul rezin qarışığının vaxtından əvvəl vulkanlaşma qabiliyyətini təyin edir. Resin qarışığının özlülüyü tələb olunan temperatura kimi qızdırılmış yarımformaların içərisində olan müddətdə qeyd edilir. Özlülüyün minimal göstəricisinin tələb olunan həddə, göstəriciyə kimi çatdırılmasına tələb olunan müddət vulkanlaşmanın başlanmasını və vulkanlaşma sürətini ölçmək üçün istifadə edilir.

Özlülüyün ənənəvi üsulla təyin edilmiş göstəricisi Muni ilə 90-a uyğun gəlir. Bu göstərici yağ əlavə edilməklə xüsusi üsul

istifadə edilmədiyi halda birbaşa qarışdırma üçün yaxşı göstəricidir. Buna görə də adətən qarışdırmadan əvvəl kauçukun özlülüyü mexaniki emal və ya plastikleşdirmə ilə lazımı səviyyəyə kimi aşağı salınır. Emalın effektivini yüksəltmək məqsədi ilə az miqdarda kimyəvi plastifikatorlar əlavə edilir.

Kapillyar viskozimetrlərdə reoloji parametrlərin qiymətləndirilməsi qarışıqların emal prosesi üçün xarakterik olan yüksək sürətli dəyişiklik zamanı davranışlarının tədqiqində nisbətən münasib üsuldur.

POLİMERLƏRDƏ ÖZLÜLÜK ANOMALİYASI, quruluş özlülüyü, effektiv özlülük, psevdoplastiklik – kəsmə gərginliyinin τ , kəsilmə sürətinə γ nisbəti kimi təyin olunan özlülük əmsalının arası kəsilmədən azalması fenomenidir (adi nyuton mayeləri üçün bu əmsal sabit qalır). Özlülük anomaliyası polimer sistemlərin əksəriyyəti üçün səciyyəvi xarakter daşıyır və özündə onların mexaniki xassələrinin xüsusiyyətini daha aydın əks etdirir. Çox durulaşdırılmış məhlullar və aşağı molekulyar polimerlər özlülük anomaliyası göstərməyə bilirlər. Belə ki, özlülük anomaliyası molekulyar kütləsi: polietilendə - 9×10^3 , polistirolunda - 4×10^4 , poliizobutilendə - $1,7 \times 10^4$, təbii kauçukda - 5×10^3 , polidimetilsiloksanda $2,7 \times 10^4$ -dən, polimetilmetakrilatda 4×10^5 -dən yuxarı olarsa müşahidə olunur.

POLİMERLƏRDƏ RELAKSASIYA. Polimerdə relaksasiya anlayışı altında hər hansı bir xarici qüvvə (elektrik, maqnit sahəsi, mexaniki, temperatur və s.) təsiri altında sistemdə tarazlığın yaranması başa düşülür. Relaksasiya hadisələri çox ümumi və geniş yayılmışdır:

- bütün makromolekulda, yaxud da seqmentlərin yerləşməsində və ya eləcə də supramolekulyar strukturların elementlərində tarazlıq pozulduqda mexaniki relaksasiya hadisələri baş verir;

- sistem elektrik və ya maqnit anlarında – müvafiq elektrik və ya maqnit relaksasiya hadisələri;

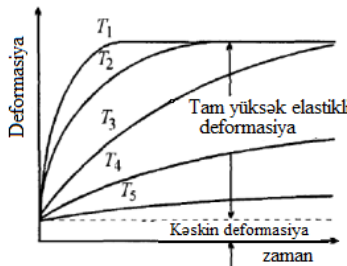
- faza keçidlərində, polimerlərin jelelərin əmələ gəlməsi, şişmə və həll olma proseslərində relaksasiya xassəsi aşkarlanır.

Relaksasiya prosesi müşahidə edilə biləcək müddətindən az və həmçinin xarici qüvvələrin təsir müddətindən az və ya çox ola bilən və relaksasiya müddəti adlanan müəyyən vaxt kəsiyində baş verir. Əgər relaksasiya müddəti xarici qüvvələrin təsir müddətindən çoxdursa tarazlıq halı baş vermir və sistem qeyri-tarazlıq vəziyyətində olur. Keçid müddəti kifayət qədər çox olarsa, onda sistemdə dəyişiklik xarici sahə dəyişikliklərindən geri qalır və sistem reaksiyalarında gecikmə müşahidə edilir. Xarici sahənin dövrü dəyişikliyində belə sistemdə xassələrin dəyişməsi gecikir və histerezis hadisəsi baş verir.

Deformasiya dəyişikliyi dəyişmə dövrü ilə müqayisə edilə bilərsə onda uzanma dəyişikliyi qüvvə dəyişikliyindən kiçik olur və sistem nəzərə çarpacaq dərəcədə qeyri-tarazlıq vəziyyəti alır, uzanma dəyişikliyinə qiyməti tarazlıq göstəricisindən az olur. Deformasiya kəmiyyəti yalnız qüvvənin anı qiymətindən deyil, həmçinin prosesin istiqamətindən də asılıdır. Kondensləşmiş fazada polimerlərin əsas xüsusiyyəti zəncirvari molekulların və onların aqreqatlarının xarici təsir altında yenidən qruplaşmasına əsaslanan son dərəcə yavaş gedən relaksasiya prosesləridir.

Relaksasiya müddətinin iki kəskin fərqlənən zaman qiymətinin göstəricisi mövcud olduqda natamam tarazlıq halı müşahidə olunur, yəni sürətli proseslər bitir, yavaş gedən proseslər isə praktiki olaraq nəzərə çərmir. Polimerlərin relaksasiyası üçün eyni zamanda müxtəlif relaksasiya müddətində gedən proseslər xarakterikdir.

Relaksasiya müddəti temperaturdan, molekulların ölçülərindən və çevikliyindən asılıdır (şəkil).



Müxtəlif temperaturalarda ($T_1 > T_2 > T_3 > T_4 > T_5$) polimerlərin deformasiyasının və daimi gərginlik (yüksək elastiklik və yüksək elastikli deformasiyaların arasında nisbət birincinin xeyrinə kəskin artmış olur) vəziyyətində zamandan asılılığı

Lakin bu proseslərdən əlavə bir qrup kiçik manqaların və ayrı-ayrı manqaların hər hansı bərk cisim hissəciklərinin istilik vibrasiyasına tam uyğun olan kiçik və böyük titrəyişləri müşahidə edilir. Polimerlərdə daim iki qrup proses baş verməlidir - zəncirin müəyyən hissələrinin yerdəyişməsi ilə bağlı və zəncirin kiçik hissələrinin deformasiya ilə əlaqədar.

Relaksasiya hadisələrinin müxtəlif fiziki mexanizmlərinin olması ona gətirib çıxarır ki, bu hadisələri geniş temperatur diapazonunda tədqiq edərkən bir neçə relaksasiya keçidləri müşahidə olunur. Yüksək temperaturda müşahidə olunan relaksasiya prosesi α -keçid, bununla bağlı proses α -relaksasiya, aşağı temperaturda olan keçidlər və onlara uyğun proseslər müvafiq olaraq β , γ , σ və s. adlandırılır (başqa bir təsnifata görə α -keçid şüşələşmə adlanır). Mahiyyət etibarilə α -keçid, mexanizm və aktivləşmə enerjisi ilə fərqlənən bir neçə müxtəlif, müstəqil relaksasiya proseslərindən (α' , α'' , α''') ibarət ola bilər.

Polimerin üzərinə gözlənilmədən mexaniki gərginlik tətbiq edilərsə t anında gərginliyin təsir etdiyi andan hesablanan tam deformasiya ε , ümumilikdə üç kəmiyyətdən ibarətdir:

- dərhal yaranan elastik ε_e ;
- struktur elementlərinin yenidən qruplaşması ilə yaranan yüksək elastikli relaksasiya ε_{ye} prosesinin gərginlik vəziyyətinə müvafiq yeni tarazlıq vəziyyətinin yaradılması; yüksək elastik ε_{ye} vəziyyətə gətirib çıxaran yenidən təşkili prosesi, onların yeni tarazlıq yeri;
- strukturda elementlər qeyri-məhdud hərəkət qabiliyyətinə malik olduğunda yaranan özlülük $\varepsilon_\delta(t)$.

Deformasiyanın ilk iki kəmiyyəti dənəddir: gərginliyin təsiri aradan qaldırıldıqdan sonra deformasiya dərhal ε_y gədər azalır və sonra $\varepsilon_\delta(t)$ tədricən azalması səbəbindən dönməzdir.

Əgər deformasiyanın yaranması sabit gərginlikdən qaynaqlanırsa σ_0 , onun geri dönmə hissəsi, yəni $\varepsilon_y + \varepsilon_\delta(t)$ maksimal qiymətə meyl edir, dönməyən hissəsi isə $\varepsilon_\delta(t)$ zamanla məhdudiyətsiz artır. Bu proses sürünmə və ya elastiklik adlanır.

Gərginlik dayandıqda bunun nəticəsi olaraq yeni tarazlıq halının yaranması müşahidə edilir, azad olmuş cisim ilkin formasını bərpa edir, lakin bu dərhal baş vermir və heç də həmişə tam olaraq bərpa olunmur. Bu halda tarazlığın yaranması elastikliyin nəticəsi olaraq qəbul edilir, daha dəqiq desək, əks elastiklik adlanır - Bu iki mərhələdə baş verir: gərginliyin aradan qaldırılması anında deformasiya dərhal ε_y miqdarında azalır və sonra tədricən $\varepsilon_\delta(t)$ -nin azalması $\varepsilon_\delta(t)$ nəticəsində azalır; deformasiyanın dönməz hissəsi dəyişmir.

Polimer ərintilərinin və məhlullarının mexaniki təsir altında axını prosesi qaçılmaz olaraq yüksək elastik deformasiyanın relaksasiya inkişafı ilə müşayiət olunur, nəticədə müxtəlif özlülük anomaliyaları, əsasən də tiksotropiya meydana çıxır. Elektrik və maqnit relaksasiya hadisələri mexaniki relaksasiya prosesinə bənzəyir. Təsir müddətinin artması temperaturun aşağı salınması ilə kompensasiya edilə bilər.

Relaksasiya proseslərinin tədqiqat metodları iki qrupa bölünür:

- *izotermik mexaniki relaksasiya hadisələrinin tədqiqi üçün statik metodlar* - gərginlik relaksasiyasının (dinamometr cihazlarının vasitəsi ilə), sürünmənin, statik histerezisin öyrənilməsi üçün verilmiş qeyri-izotermik relaksasiya şəraitində polimerin elastikliyinə qiymətləndirməyə imkan verən termomexaniki tədqiqatlar böyük əhəmiyyət kəsb etmişdir;

- *dinamik inkişaf metodları* əsasən iki növ təsirlər - harmonik və impulsu təsirlər üçün.

Birinci halda amplitudanın temperatur və tezlikdən asılılığı, faza sürüşmə bucağının deformasiyası, polyarlaşma, maqnitləşmə və digər sinusoid təsir zamanı öyrənilir.

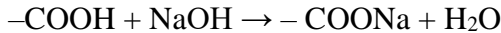
İkinci halda müvafiq forma, ölçü, müddət və tezlik mexaniki gərginliyin impulsiv təsir tezliyi altında və elektrik və ya maqnit

sahəsinin və polimerin relaksasiya sisteminin müvafiq reaksiya sahəsinin - deformasiya, polyarlaşma, maqnitləşmə - zamanla ölçülməsi həyata keçirilir.

POLİMERLƏRDƏ KƏNAR FUNKSIONAL QRUPLARIN ANALİZİ– polimer makrozəncirinin sonunda yerləşən funksional qrupların təyini üsuludur. Bu qruplar adətən kondensləşmə üsulu ilə alınan polimer nümunələri üçün təyin edilir və əsasən bu polimerlərin molekul kütləsini təyin etmək üçün istifadə olunur.

Poliefirlərdə son karboksil qruplarının təyini yan karboksil qruplarının təyin edildiyi kimi potensiometik, kalorimetrik üsullarla və müvafiq indikatorların rəng dəyişməsinə görə ekvivalentlik nöqtəsini müəyyən etməklə qələvi ilə birbaşa titrləməklə həyata keçirilir.

Bu üsul karboksil qruplarının qələvinin spirtdə məhlulu ilə birbaşa titrlənməsinə əsaslanır:



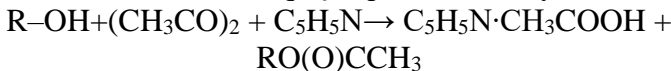
Polimerlərdə karboksil qrupunu bərk nümunələrdə infraqırmızı (İQ) sahədə udulma zolaqlarının intensivliyinə görə də təyin etmək olar.

Hidroksil qruplarının təyini adətən dolayı yol ilə, asetilxlorid və ya sirkə anhidridi ilə, asetilləşmə reaksiyasına əsasən həyata keçirilir. Hidroksil qruplarının miqdarı müvafiq olaraq metoksiqrupları və ya asetat qruplarını hidroliz etməklə təyin edilir.

Polimerlərdə hidroksil qrupları spirt və ya fenol hidroksili ola bilər. Spirt hidroksil qrupları doymuş və doymamış poliefir makromolekullarında, fenol hidroksil qrupları isə fenoplastlarda, polikarbonatlarda, polisulfonlarda və s. olur. Bir sıra polimer makromolekullarında eyni zamanda spirt və fenol hidroksil qrupları da ola bilər.

Makromolekulda hidroksil qruplarını təyin etmək üçün müxtəlif üsullardan istifadə edilir. Spirt və fenol hidroksil qruplarının ümumi miqdarını təyin etmək üçün asetilləşmə üsulu geniş tətbiq olunur. Bu üsulla spirt və fenol fraqmentlərində birli və ikili hidroksil qrupları təyin olunur.

Asetilləşmə üsulu polimerin hidroksil qruplarının piridin iştirakında sirkə anhidridi ilə qarşılıqlı təsir reaksiyasına əsaslanır:



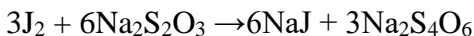
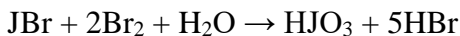
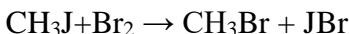
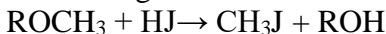
Poliamidlərdə aminoqrupların təyini turşu ilə titrləmə (spirt və ya fenol məhlulunda) və aminoqrupların dinitrobenzol törəmələrinin rənginin ölçülməsi ilə həyata keçirilir.

Polimerlərdə aldehid qruplarının təyini oksiminləşmə reaksiyasına əsaslanır. Digər üsullar da mövcuddur. Məsələn, selulozda aldehid qrupları yodometrik üsulla, yod ədədini (1 q selulozaya sərf olunan 0.1 N yod məhlulunun miqdarı, ml-lə) təyin etməklə həyata keçirilir.



Polimerlərdə metoksi qrupların təyini tədqiq olunan polimerdə bu qrupların hidrogen yodidlə qarşılıqlı təsir reaksiyasına əsaslanır. Alınan alkilyodid bromun sirkə turşusunda məhlulu ilə alkilbromid və qələvi torpaq metalların asetatları iştirakında bromun təsiri ilə yodat turşusuna kimi oksidləşən qeyri-stabil yod bromid əmələ gətirir.

Bromun artığı qarışıq turşusunun təsiri ilə parçalanır, sonra məhlula kalium yodid və sulfat turşusu əlavə edilir. Ayrılan yod kraxmal məhlulu iştirakında natrium tiosulfatla titrlənir. Reaksiya aşağıda verilmiş sxem üzrə gedir:



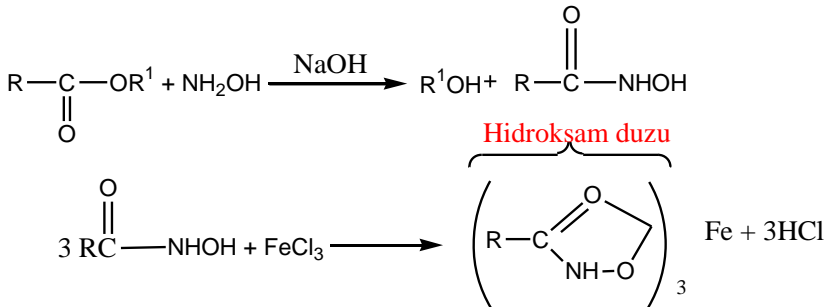
Bir metoksi qrup altı yod atomuna ekvivalentdir ki, bu da üsulun yüksək həssaslığı və dəqiqliyini təmin edir.

Polimerlərdə digər kənar funksional qrupların miqdarı onların yan zəncirdə təyini üçün istifadə olunan üsullarla aparıla bilər.

Mürəkkəb efir qruplarının təyini. Polimerlərdə mürəkkəb efir qrupları RC(O)OR^1 çoxatomlu spirtlər (qlikollar, qliserin) və

üzvi, əsasən alifatik və aromatik turşular, onların törəmələrinin qarşılıqlı təsirindən alınır.

Hidroksil qruplarının ən geniş yayılmış və dəqiq təyini üsulu bu qrupların hidrogen ionları və həmçinin hidroksil ionlarının təsiri ilə spirt və turşuya kimi hidrolitik parçalanmasına (sabunlaşmasına) əsaslanır. Tədqiq olunan maddə qələvi hidrolizinə uğradılır və nəticədə spirt (qliserin) və müvafiq turşunun duzu alınır:



dəmir hidroksomat (tünd albalı rəngli)

Sabunlaşma prosesinə sabunlaşdırıcı agentin təbiəti həlledici təsir göstərir. Adətən sabunlaşdırıcı agent kimi KOH-ın müvafiq spirtə məhlulundan istifadə edilir.

Efir qruplarının hidroliz sürəti dolayısı ilə efir qruplarının təbiətini müəyyən edir. Belə ki, əgər efir qruplarının hidrolizi nəticəsində politurşuların karboksil qrupu makrozəncirin karbon atomuna birləşmiş olarsa belə qrupların sabunlaşması çətinləşmiş olur. Hidroliz nəticəsində polispiert alınarsa (OH qrupları makrozəncirin karbon atomuna birləşmiş olarsa) sabunlaşma prosesi asan baş verir.

Mürəkkəb efir qruplarının miqdarı sabunlaşma ədədinə görə hesablanır. Sabunlaşma ədədi turşu və efir ədədlərinin cəminə bərabərdir. Efir ədədi 1 q mürəkkəb efiri sabunlaşdırmaq üçün tələb olunan KOH (mq-la) miqdarıdır. Sərbəst hidroksil qrupu saxlamayan mürəkkəb efirlərin sabunlaşma ədədi efir ədədi ilə üst-üstə düşür.

Son vaxtlar makromolekullarda kənar funksional qrupları təyin etmək üçün İQ-spektroskopiya üsulundan da istifadə edilir.

Polimerlərin struktur quruluşunu (müxtəlif funksional qrupların olmasını) təyin etmək üçün adətən udulma spektrləri, başqa sözlə tədqiq olunan polimer nümunəsi tərəfindən düşən dalğa enerjisinin hansı hissəsinin udulduğu araşdırılır. İQ–spektrlər üzrə hər hansı bir miqdari hesablaşma aparıldıqda spektrin əvvəlcədən dərəcələrə bölünməsi tələb olunur. Bu dərəcələnməmiş spektrləri almaq üçün udulma zolaqlarının intensivliyinə kristallik fazanın təsirini aradan qaldırmaq məqsədi ilə tədqiq edilən polimerlərin məhlullarından istifadə edilməsi tövsiyə olunur.

POLİMERLƏRDƏ XARAKTERİSTİK ÖZLÜLÜK, məhdud özlülük ədədi – aşağı molekullu həllediciyə polimer əlavə etdikdə onun özlülüyünün qismən yüksəldiyini müəyyən edən şərti göstəricidir. Bu göstərici makromolekulların bir-biri ilə qarşılıqlı təsirinin tamamilə olmadığına fərz edildiyi, sonsuz durulaşdırılmış məhlullar üçün doğrudur.

POLİMERLƏRİN AKUSTİK XÜSUSİYYƏTİ - polimer materialların infra səs (tezliyin dəyişməsi $f \leq 20$ Hers), səs ($20 \text{ Hers} \leq f \leq 20 \text{ kHers}$) və ultra səs ($f \geq 20 \text{ kHers}$) dalğaları ilə qarşılıqlı təsir prosesini xarakterizə edən keyfiyyət göstəricisidir. Polimerlərin dinamik keyfiyyətlərindən fərqli olaraq, akustik keyfiyyətlər kiçik amplituda dalğalanmasında və tezliyin daha geniş diapazonunda özünü göstərir. Akustik xüsusiyyətlər yalnız aşağı təlatümlərdə və tezliyin kifayət qədər geniş diapazonunda üzə çıxır.

POLİMERLƏRİN ANALİTİK KİMYASI – polimer materialların keyfiyyət və kəmiyyətə tərkibini, həmcinin makromolekulların quruluşunu təyin etmək məqsədi ilə polimerlərin tətbiqi ilə məşğul olan elm sahəsidir.

Adi aşağı molekullu üzvi və qeyri-üzvi maddələrin analizindən fərqli olaraq, polimerlərin analizi özünə xas spesifikliyə malikdir. Bunun əsas etibarı ilə makromolekulların böyük ölçüsü, həmcinin molekul kütləsinə görə polimerlərin polidispersliyi və makromolekulların quruluş xüsusiyyətləri ilə (şaxəli quruluş, zəncirdə monomer manqalarının qeyri-müntəzəm, stereo tənzimlənməmiş quruluşu və s.) əlaqəli özünəməxsus spesifikasiyası var.

Polimerlərin analitik kimyasını ümumi analitik kimyada olduğu kimi konkret məsələ və metodlardan asılı olaraq bu məsələlərin həllində istifadə olunan, keyfiyyət və kəmiyyət analizlərinə bölmək olar.

Polimerlərin keyfiyyət analizinin məqsədi qabaqcadan müəyyən edilmiş əlamətlərə əsaslanaraq istənilən məlum yüksək molekullu birləşmə nümunəsi ilə uyğunluğunu müəyyən etmək, başlıca olaraq onun identifikasiyasını müəyyənləşdirməkdir.

Bu bölməyə keyfiyyətli element analizi (polimerin tərkibinin keyfiyyət təyini üzrə qəbul edilmiş metodlar kompleksi), həmçinin makromolekulun tərkibində olan funksional qrupların tiplərinin təyini və polimer zəncirinin makrostrukturunun təyin edilməsi aiddir.

Polimerlərin kəmiyyət analizinə aşağıda qeyd edilənlər aiddir:

1) maddənin brutto formulunu təyin etməyə imkan verən miqdarı element analizi; 2) Polimer zəncirində funksional və kənar qrupların sayının təyini; 3) molekul-kütlə paylanması, orta molekul kütləsi və makromolekulların ölçüsünün təyini; 4) Polimerlərin müxtəlif fiziki-kimyəvi xassələrinin, o cümlədən kristallaşma dərəcəsi, şüasındırma əmsalı və spektral xüsusiyyətlər və s. təyini.

POLİMERLƏRİN AQRƏQAT HALI – onların öz həcmi və formasının mövcudluğu və ya yoxluğu ilə və həmçinin bunu saxlama qabiliyyətinə görə fərqlənən fiziki halıdır.

Üç aqrəqat halı məlumdur - bərk, maye və qaz. Bərk aqrəqat halında cisim öz həcmi və formasına malik olur və xarici təsir altında baş verən dəyişikliyə müqavimət göstərir. Bərk aqrəqat halında polimerlər amorf, xətti və fəza quruluşlu strukturlaşmış, şüşəvari, yüksək elastik, özlü axıcı və kristallik polimer gel kütlə halında olurlar. Maye aqrəqat halında həcmi dəyişməsinə müqavimət göstərsə də, forma dəyişməsinə demək olar ki, müqavimət göstərmədən, öz həcm və formasına malikdir. Ona görə maye cismin formasını dəyişmək üçün ağırlıq qüvvəsi belə tamamilə kifayətdir. Maye aqrəqat halında cismin formasını yalnız xüsusi

şəraitlərdə müşahidə etmək olar, məsələn, çəkisizlik şəraitində, həmcinin onunla islanmayan səth üzərində çox kiçik damcı şəklində. Maye aqreqat halında özlü axıyıcı xətti amorf polimerlər, o çümlədən kristallik polimerlərin ərintiləri, eləcə də axıcılıq qabiliyyətinə malik kristallik polimerlər olurlar. Qaz aqreqat halı, hansı ki, çisimlər nə özünün həcmi, nə də öz formasına malikdir, polimerlərdə müşahidə edilmir.

POLİMERLƏRİN DAMLA DÜŞMƏ TEMPERATURU – polimerin molekul kütləsini dolayı yolla xarakterizə edən şərti göstəricidir. Damla düşmə temperaturu ГОСТ 6792-53 üzrə təyin edilir. Bu temperaturdan qatranların sintez prosesinə nəzarət edən metodlardan biri kimi, habelə qatranların ayrı-ayrı partiyalarını öz aralarında müqayisə etmək üçün istifadə etmək olar.

POLİMERLƏRİN DEFORMASIYASI – polimer materialının formasının, yaxud həcmnin dəyişməsidir. Polimerlərin deformasiyası makromolekul və ya onların aqreqatlarının qarışması ilə şərtlənir. Deformasiyalar elastiki, yüksək elastiki və plastiki (dönməyən) deformasiyalara bölünür. Elastiki deformasiya yükü götürdükdən sonra cismin dərhal ilkin vəziyyətə qayıda bilmə qabiliyyətidir. Bir çox hallarda Huk qanunu ilə şərh olunur. Yüksək elastiki deformasiya yalnız polimerlər üçün xarakterikdir və elastiki makromolekulların xarici təsir nəticəsində formasını dəyişməsinə əsaslanır.

Bərk şüşəvari, yaxud kristallik vəziyyətdə olan polimerlərdə baş verən məcburi yüksək elastiki deformasiya da analogi təbiətə malikdir. Bu halda polimerin deformasiyası kifayət qədər böyük qüvvə təsiri altında makromolekul zəncirinin sürətlə yerdəyişməsi nəticəsində baş verir.

Məcburi yüksək elastiki deformasiya plastiki deformasiyaya bənzər olsa da, ondan əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir. Belə ki, polimeri şüşələnmə temperaturuna qədər qızdırdıqda, yaxud polimerin şişməsi zamanı bu deformasiya bütünlüklə aradan qalxır, polimer ilkin vəziyyətini bərpa edir. Plastiki deformasiya makromolekul, yaxud onun aqreqatlarının dönməyən yerdəyişməsi ilə

bağlıdır və həmişə yüksək elastiki deformasiyanın inkişafı ilə müşayiət olunur ki, bu da deformasiya hallarında müşahidəni mürəkkəbləşdirir.

Deformasiya dönən və dönməyən (qalığ) olur. Dönən deformasiyada xarici qüvvələrin təsiri aradan qaldırıldıqdan sonra cismin əvvəlki vəziyyəti tam bərpa oluna bilir. Belə materiallar elastiki, onların deformasiyası isə elastiki deformasiya adlanır. Qalıq deformasiyada xarici qüvvələrin təsiri kəsildikdən sonra cismin aldığı yeni forma saxlanılır (plastiki cisim və yaxud plastiki deformasiya). Bir çox hallarda hər iki deformasiya eyni zamanda müşahidə olunur. Başqa sözlə, xarici qüvvələrin təsiri kəsildikdən sonra cismin ilkin vəziyyəti tam bərpa olunmur, proses qismən dönən xarakter daşıyır. Çox böyük yükün, qüvvələrin təsiri və yüksək temperatur şəraitində elastiki deformasiya plastiki deformasiyaya çevrilə bilər. Bu haldan müxtəlif məmulatların hazırlanmasında istifadə edilir. Xarici qüvvələrin (yükün) təsiri nəticəsində yaranan effekt, nəinki həmin qüvvələrin ölçüsündən, miqdarından, həm də onların istiqamətindən və deformasiya olunan nümunənin yan kəsiyindən də asılıdır.

POLİMERLƏRİN DƏNƏVƏR TƏRKİBİ – bu, polimer materialda müxtəlif ölçüdə hissəciklərin miqdarı olub, tədqiq olunan nümunənin kütləsinə nəzərən % ilə ifadə olunur. Polimerlərin alınma şəraitindən asılı olaraq, onların dənəvər tərkibi kifayət dərəcə geniş həddə dəyişə bilər. Bu, polimerlərin emalı ilə əlaqədar olan bəzi texnoloji əməliyyatları (dozalaşdırma, plastifikasiya, erimə və s.) çətinləşdirir.

Dənəvər tərkibi təyin etməyin daha geniş yayılmış üsulu - ələk analizidir, yəni, deşikləri müxtəlif ölçülü ələk dəstinin köməyi ilə materialın fraksiyalara ayrılması üsuludur. Ələk analizi üsulu sadəliyinə və tez yerinə yetirilməsinə görə, xırdalanmış polimer materialların əsas dispers analiz metodu hesab olunur. Lakin bu metod hissəciklərin dəqiq ölçüsü barədə məlumat vermir. Belə ki, ələyin deşiklərindən yuvacığın ölçüsündən boyca uzun, encə kiçik olan hissəciklər də keçə bilər. Beləliklə, ələk analizinin nəticələri hissə-

ciklərin orta ölçüsünü deyil, ən kiçik ölçünü xarakterizə edir. Bundan əlavə, ələklə analiz zamanı mexaniki təsir nəticəsində materialın ayrı-ayrı hissəciklərinin dağılması baş verir, deməli xammalın dənəvər tərkibi bir qədər də dəyişir.

Polimerin dispersliyi yüksək olduqda, dənəvər tərkibini müəyyən etmək üçün sedimentasiya metodundan istifadə edilə bilər və ya nümunədə hissəciklərin ölçüsünü birbaşa mikroskopun köməyi ilə təyin etmək olar. Sənayedə istehsal olunan bir-sıra polimerlərin hissəciklərinin ölçülərini xarakterizə etmək üçün müəyyən ölçülü ələkdə qalıq normalaşdırılır. Bəzi hallarda hissəcikləri minimal ölçülü (tozvari) fraksiyanın miqdarı normalaşdırılır.

Toz şəkilli xammalın dənəvər tərkibi müəyyən dərəcədə nəqləmə və saxlanılma şəraitindən asılıdır. Bu, bir tərəfdən polimer hissəciklərinin saxlanma zamanı aqreqatlaşmaya meyilliyi (onların asanlıqla deformasiya və yüksək elektrikləşməsi nəticəsində), digər tərəfdən isə, materialın ayrı-ayrı hissəciklərinin, xüsusilə də kövrək materialların qablaşdırma, nəqləmə və xammalın boşaldılması zamanı mexaniki təsirin altında dağılmaya meyilliyi ilə əlaqədardır.

POLİMERLƏRİN DESTRUKSİYASI (DAĞILMASI) PROSESİ – makromolekulun istilik, oksigen, işıq, radiasiya, mexaniki gərginlik, bioloji və digər faktorların təsiri altında parçalanmasıdır. Destruksiya prosesi makromolekul zəncirinin hissələrə bölünməsi və ya ayrı-ayrı atomların, qrupların zəncirdən qopması prosesidir. Makromolekulun dağılma dərəcəsi xarici təsirin xarakterindən və intensivliyindən asılıdır.

Makromolekulun destruksiya prosesi materialın bütün həcmində eyni zamanda deyil, müəyyən hissələrində baş verir və yerli, lokal xarakter daşıyır. Adətən polimerlərin destruksiyası yuxarıda qeyd olunan faktorların bir neçəsinin birgə təsiri ilə baş verir və destruksiya nəticəsində polimerin molekul kütləsi azalır, fiziki və mexaniki xassələri dəyişir, istismar xassələri pisləşir, çox vaxt polimer praktiki istifadə üçün yararsız hala düşür. Lakin bəzən polimerlərin destruksiyası prosesindən orta molekul kütləsinin (xüsusən kauçuklarda) qismən azaldılması üçün istifadə edilir,

belə ki, nəticədə polimerin emalı asanlaşır. Polimerlərin destruksiyası prosesindən həmçinin onların kimyəvi quruluşunun qismən dəyişdirilməsində, təbii polimerlərdən qiymətli, aşağı molekullu kütləli maddələrin alınmasında (sellulozanın və ya nişastanın hidrolitik destruksiyası ilə qlukoza alınması) istifadə edilir. Gücündən və müddətindən asılı olmayaraq destruksiya polimerə mexaniki, dinamik yükün təsiri ilə cismin strukturunda müəyyən qeyri-bərabərlik (hətta çox az belə), yəni materialda mikrodefektlər olduqda və müəyyən hissədə toplandıqda, mikrodefektlər makromolekulda yüksək dispersiyə malik olduqda, polimer zəncirləri qeyri-bərabər gərginliyə malik olduqda və s. hallarda baş verir. Destruksiyaya uğrayan makromolekulun miqdarı müxtəlif ola bilər, bu da müəyyən parametrlərlə əlaqədardır: məsələn, deformasiya sürəti, yüklənmiş sistemdə relaksasiya prosesinin xarakteri, qüvvə sahəsinin təsir müddəti, makromolekulun struktur quruluşu.

Termiki destruksiya temperatur artdıqda makromolekulda hər hansı bir rabitədə bu rabitənin qırılması üçün kifayət edən miqdarda enerjinin toplanması ilə əlaqədardır.

Hər bir polimerin dağılma prosesinin sürətli baş vermə temperaturu mövcuddur. Polimerdə olan kimyəvi rabitələr makromolekulun hər hansı bir yerində (təsadüf qanununa görə), yaxud da müəyyən bir hissəsində qırıla bilər. Polimerlərin termiki destruksiyası bir qayda olaraq sərbəst radikalların iştirakı ilə baş verir.

Termo-oksidləşdirici destruksiya. Polimerlərin termiki destruksiyasına özü-özlüyündə nadir halda rast gəlinir. Adətən polimer istiliyin və oksigenin birgə təsirinə məruz qalır. Termo-oksidləşdirici destruksiya termiki destruksiyaya nisbətən aşağı temperaturda baş verir. Oksidləşmədə adətən hidroperoksidlər alınır ki, onlar da sərbəst radikalların alınmasına qədər parçalanırlar. Nəticədə termo-oksidləşdirici destruksiya avtokatalitik prosesə çevrilir.

Foto-kimyəvi destruksiya – işığın kvant enerjisi kifayət qədər yüksək olduqda onun təsiri ilə polimer zəncirinin qırılması baş verə bilər. Belə ki, foto-destruksiya əsasən udulan işığın kvant enerjisi

ilə təyin olunduğu üçün aşağı temperaturlarda baş verir. Real şəraitdə foto-destruksiya oksigenin iştirakı ilə baş verir.

Radiasiya destruksiyası – polimerə γ -şüaların, α - və β -hissəciklərin, neytronların təsirinin nəticəsidir. Bütün bu hissəciklər, bir qayda olaraq, kimyəvi rabitələrin enerjisindən nəzərə çarpaq dərəcədə yüksək olan enerjiyə malik olurlar. Radiasiya destruksiyası istənilən temperaturda baş verə bilər. Radioaktiv şüalar polimeri ionlaşdırır və nəticədə polimerlərdə bir qayda olaraq ion reaksiyaları baş verir.

Mexaniki destruksiya – polimerlərin destruksiyasının praktiki əhəmiyyət kəsb edən növüdür. Bu növ destruksiya polimerin mexaniki emalı (xırdalama, presləmə, valslama və s.) zamanı yaranan mexaniki gərginliyin təsiri nəticəsində baş verir. Makromolekulların parçalanması ultrasəs təsiri, özlü məhlulların dar kapillyar ilə axını, polimerlərin sulu məhlullarının donması və s. nəticəsində də baş verə bilər. Destruksiya prosesinin xarakterinə mexaniki təsirin tərzini – tətbiq olunan yükün ölçüsü, mühitin temperaturu və xarakteri böyük təsir göstərir.

Hidrolitik destruksiya – hidrolizə meyillik polimerin quruluşu, makromolekulda rabitələrin və funksional qrupların təbiəti ilə təyin edilir. Hidrolitik destruksiya yan zəncirdə olan funksional qrupların hidrolizi ilə müşayiət olunur. Heterozəncirli polimerlərdən poliasetallar, mürəkkəb poliefirlər, poliamidlər asanlıqla hidrolitik destruksiyaya məruz qalırlar. Karbon zəncirli polimerlər, bir qayda olaraq, hidrolizə davamlı olurlar.

Bioloji destruksiya – bir çox polimerlər mikroorqanizmlərin təsirinə məruz qalırlar. Fermentlərin təsiri ilə polimerlərdə hidrolitik və oksidləşmə-reduksiya reaksiyaları baş verir. Destruksiya nəticəsində sərbəst zəncirlərin və molekulların əmələ gəlməsi nəinki müxtəlif kimyəvi qruplaşmaya, həm də valent rabitələrinin sərbəstləşməsinə səbəb olur.

POLİMERLƏRİN DİELEKTRİK KEÇİRİCİLİYİ - dielektrikin kondensatorun tutumunu yüksəltmək qabiliyyətini müəyyən edir, başqa sözlə bu, verilmiş potensiallar fərqiində kondensatorun lövhələrinin yükünün artırılması qabiliyyətidir.

Dielektrik keçiriciliyi (ϵ') kondensatorun C tutumunun dielektrik yerləşdirilmiş lövhələr arasında həmin kondensatorun lövhələr arası vakuumlaşdırılmış sahədə C_0 tutumuna olan nisbətində bərabərdir:

$$\epsilon' = C/C_0$$

Kondensatorun tutumunun dielektriklə dördürüldükdə artması dielektrik polyarlaşması ilə, yəni dielektrikin vahid həcmində xarici elektrik sahəsinin təsiri ilə həmin sahə uzununa istiqamətlənən elektrik (dipol) momentinin yaranması ilə bağlıdır. Vahid həcmdə elektrik momenti həmin həcmdə olan dipol momentlərinin həndəsi cəminə bərabərdir. Deformasiya və istilik polyarlaşmasını fərqləndirirlər.

Deformasiya polyarlaşması atom, yaxud molekulların müsbət və mənfi yüklərinin elektrik sahəsinin təsiri ilə yaranan kvazi-əsnək qarışması nəticəsində meydana çıxır. Deformasiya polyarlaşması polyar, eləcə də qeyri-polyar dielektriklər üçün xarakterik olub, istilik hərəkətinin intensivliyindən asılı olmayaraq ən qısa yaranma vaxtı ilə xarakterizə olunur (10^{-14} - 10^{-12} c).

İstilik polyarlaşması (ion, yaxud dipol) dielektrikin daxilindəki zəif rabitəli ionların daxili sahədə, xarici sahə istiqamətindəki hərəkəti, yaxud sabit dipolların elektrik sahəsində oriyentasiyası nəticəsində baş verir. Polyarlaşmanın bu növü relaksasiya xarakterinə malikdir, belə ki, dielektrikin hissəciklərinin istilik hərəkətinin enerjisi hesabına istilik hərəkəti prosesində yaranır. İstilik dipol polyarlaşması molekulları sabit (permanent) dipol momentinə malik atom qrupları saxlayan polyar polimerlər üçün xarakterikdir.

Dielektrik keçiriciliyi polimerdə deformasiya və istilik polyarlaşması nəticəsində yaranan elektrik momentlərinin cəmi ilə əlaqədardır.

Otaq temperaturunda plastiklərin və elastomerlərin dielektrik keçiriciliyi adətən 4-7-dən artıq olmur, yan zəncirdə güclü polyar qruplar saxlayan polimerlərdə 15-20-yə çatır. Polimerin quruluşunun dielektrik keçiriciliyinə təsiri əsasən makromolekulun ayrıca halqasının dipol momentinin qiyməti və vahid həcmdə

polyar qrupların sayı ilə müəyyən olunur. Dielektrik keçiriciliyi polimerin nəmliyindən, kristallaşma dərəcəsiindən və molekulüstü törəmələrin xarakterindən asılıdır. Dielektrik keçiriciliyi kabel texnikasının və kondensator istehsalında materialların seçilməsində böyük əhəmiyyət kəsb edir. Birinci hal üçün dielektrik keçiriciliyi - ϵ' -nin qiyməti kiçik (zəif polyarlığa malik polimerlər), ikinci halda isə ϵ' -nin qiyməti yüksək olan materiallara üstünlük verilir. Yüksək tezliklərdə dielektrik itkisi az olan zəif polyarlığa malik dielektriklər (polistiro, polietilen, politetraflüoretillen, polipropilen və s.) istifadə olunur.

POLİMERLƏRİN DİSPERS SULANMASI İLƏ PLYONKALARIN ALINMASI. Bu məqsəd üçün kolloid sistemlər (məsələn, latekslər) tətbiq edilir. Belə sistemlərdə su - dispers mühit, polimer hissəciklər isə - dispers faza sayılır. Bu istehsal üsulu polimer məhlulu tətbiq olunan üsulla müqayisədə birsıra üstünlüklərə malikdir: 1) baha başa gələn və toksiki həlledicidən istifadəyə ehtiyac olmur; 2) polimerin ayrılması aralıq əməliyyat olmadan, emulsiya və suspenziya polimerləşməsi nəticəsində alınan emulsiya və suspenziyadan birbaşa istifadəyə imkan yaradır.

POLİMERLƏRİN ELEKTRİK MÖHKƏMLİYİ – dielektrikin deşilməsinin baş verdiyi xarici elektrik sahəsinin minimal gərginliyidir. Yəni dielektrik polimer öz elektroizolyasiya xassələrini itirir və onun daxilində elektrik keçirici kanal əmələ gəlir. Elektrik möhkəmliyi üzrə tədqiqatlar sabit elektrik sahəsində və gərginliyin tədricən artması ilə dəyişən elektrik sahəsində, həmçinin impulsu elektrik təsirləri altında aparılır.

Polimerlərin elektrik gücü adətən temperaturun artması ilə azalır. Bu halda, elektrik keçiriciliyini ölçərkən polimerin hansı fiziki vəziyyətdə olması (şüşəvari və ya yüksək elastik) mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Amorf polimerin dielektrik gücü kristal polimerin dielektrik gücündən üç dəfə aşağı olur.

Təbii olaraq polimerlərin elektrik möhkəmliyi yalnız istisna xassəsi kimi deyil, temperatur və bununla əlaqədar olaraq elektrik keçiriciliyi və deformasiya halları ilə əlaqədar olduğu

üçün quruluşunun öyrənilməsində də istifadə edilə bilər. Beləliklə, əksər polimerlərin elektrik möhkəmliyi, bu amillərə görə, temperaturun artması ilə azalır və ən kəskin dəyişikliklər relaksasiya və ya faza keçidləri sahəsində baş verir.

POLİMERLƏRİN ELEKTRİK XASSƏLƏRİ. Polimerlərin elektrik xassələri dedikdə elektrik və elektromaqnit sahələrində polimerin özünü necə apardığını xarakterizə edən parametrlər başa düşülür. Onlardan ən mühümü – xüsusi həcmi (p_v) və xüsusi səthi (p_s) elektrik müqaviməti, elektrik möhkəmliyi ($E_{möh}$), dielektrik keçiriciliyi (ϵ) və dielektrik itkilərinin tangens bucağıdır ($tg\delta$).

Xüsusi həcmi elektrik müqaviməti (p_v). Materialların dielektriklərə və ya keçiricilərə aid edilməsində əsas amil – onların xüsusi elektrik müqaviməti (p) və yaxud elektrik keçiriciliyidir ($\gamma = I/\delta$). Xüsusi həcmi elektrik keçiriciliyi – verilən materialın vahid kubunun əks səthlərinə qoyulmuş elektrodlar arasındakı müqavimətdir və $Om \cdot m$ ($Om \cdot sm$) ilə ölçülür. Xüsusi həcmi elektrik keçiriciliyinin kəmiyyətinə görə bütün materiallar üç qrupa bölünürlər:

Dielektriklər – $1 \cdot 10^{10} Om \cdot sm$ – dən yüksək;

Yarımkəçiricilər – $1 \cdot 10^4$ – dən $1 \cdot 10^{10} Om \cdot sm$ – dək;

Keçiricilər – $1 \cdot 10^{-6}$ dan $1 \cdot 10^4 Om \cdot sm$ – dək.

Polimerlərin böyük əksəriyyəti dielektrikdir və p_v kəmiyyətləri $1 \cdot 10^8 - 1 \cdot 10^{18} - Om \cdot sm$ – ə bərabərdir.

Əgər polimerə sabit elektrik gərginliyi qoşulsa, o zaman vaxt ötdükcə nümunədən azalan elektrik cərəyanı keçəcək. Bir müddətdən sonra elektrik cərəyanının sabit, qalıq adlanan kəmiyyəti yaranır. Bu cərəyan polimerin *qalıq elektrik keçiriciliyini* xarakterizə edir. Polimerin elektrik sahəsinin təsirindən polyarlaşması ilə izah olunan ilkin yüksək cərəyan *polyarlaşma cərəyanı* adı almışdır.

Xüsusi səthi elektrik müqaviməti (p_s). Bu, tətbiq olunan obyektin səthi üzərində bir-biri ilə eyni məsafədə yerləşən, eyni uzunluqlu elektrodlar arasındakı müqavimətdir, ölçü vahidi Om-dur.

Yaxşı dielektrik xassələrə malik polimerlərdən başqa, hazırda yarımkeçirici polimerlər də geniş tətbiq sahəsi tapmağa başlamışdır. Bu polimerlər statik elektrik yükü toplamadıqlarına görə, həm də antistatik polimerlər adlanırlar.

Antistatik və elektrik keçirici kompozisiyalar tez alışan maddələrin və ya statik elektrik yükünün təsirindən yararsız hala düşən məmulatların (radioelektron mikroelementlər) qablaşdırılmasında, saxlanması və nəqlində tətbiq edilir.

Elektriki möhkəmliyi. Dielektrikin elektrik dövrəsinə qoşulduğu zaman dağıldığı potensiallar fərqi minimal qiyməti elektrik möhkəmliyi adlanır ($E_{m\ddot{o}hk}$). Bu göstərici xarici elektrik sahəsinin təsiri altında polimerlərin bütövlüyünü qoruyub saxlamaq qabiliyyətini xarakterizə edir. Elektrik möhkəmliyi kV/mm ilə ifadə olunur. $E_{m\ddot{o}hk}$ nin yüksəlməsi zamanı polimerin parçalanması baş verir və bu dağılma adlanır.

Elektrik təsirindən deşilmənin üç halı fərqləndirilir: həqiqi elektrik təsiri ilə (həqiqi), istilik təsiri və kimyəvi deşilmə.

Elektrik deşilməsi bir qayda olaraq, elektrik sahəsinin qısa müddətli təsiri zamanı müşahidə olunur.

Əgər təsir kifayət qədər uzun müddətlidirsə, bir qayda olaraq, dielektrik itkilərinin və istiliyin ayrılması nəticəsində dielektrikin qızması ilə əlaqədar olaraq *istilik deşilməsi* inkişaf edir. Qızma nəticəsində nümunənin elektrik müqaviməti azalır və o, daha çox qızmağa başlayır. Temperaturun yüksəlməsi polimerin elektrik möhkəmliyini azaldır və deşilmə təmiz elektrik deşilməsi ilə müqayisədə $E_{m\ddot{o}hk}$ -nin aşağı həddində baş verir.

$E_{m\ddot{o}hk}$ -in daha kiçik kəmiyyəti kimyəvi deşilmədə müşahidə olunur. *Kimyəvi deşilmə*, müxtəlif faktorların təsiri altında və uzun müddət ərzində polimerin nisbətən aramla qocalması nəticəsində inkişaf edir. Belə faktorlara polimerin elektrik sahəsinin,

ultrabənövşəyi şüanın təsiri altında qocalması, havanın oksigeni ilə oksidləşmə, mikroorqanizmlərin təsiri aiddir.

POLİMERLƏRİN ƏRİMƏ TEMPERATURU. Ərimə prosesinin (bax, Ərimə) mühüm miqdarı parametri kristallığın izinin tamam itdiyi tarazlıq ərimə temperaturudur - $T_{\text{ər}}^0$:

$$T_{\text{ər}}^0 = \frac{\Delta H_{\text{ər}}}{\Delta S_{\text{ər}}} \equiv EU_0.$$

Ərimə temperaturu molekullarası qarşılıqlı təsir enerjisindən və molekulların daxili mütəhərrikiyindən, yəni onların konformasiyaya uğrama qabiliyyətindən asılıdır. Molekullarası qarşılıqlı enerji haqqında atom qruplaşmalarının kogeziya enerjisinin (E), zəncirin elastikliyi - fırlanmanın potensial baryerinin (U_0) qiymətinə əsasən fikir söyləmək olar. Ərimə temperaturu hər bir polimer üçün bu nisbətdən təyin edilir. Ərimə temperaturunun yüksək olmaması adətən zəncirin artıq dərəcədə elastik olması və ərintidə çoxlu sayda konformasiya yarada bilməsi ilə əlaqədardır. Ərimə entropiyası kiçik olduğu halda yüksək ərimə temperaturu müşahidə olunur. $T_{\text{ər}}^0$ -nin aşağı molekullu birləşmələrin ərimə temperaturunun ekstrapolyasiyası ilə təyin edilməsi mümkündür. Əgər aşağı molekullu homoloqlar struktur üzrə polimerin tarazlıq kristalına oxşar kristallar əmələ gətirməklə kristallaşarsa, bu, mümkün ola bilər. Polimerin tarazlıq ərimə temperaturunun digər təyin üsulu - dəqiq ölçülmüş xırda kristalların təcrübi yolla təyin edilmiş ərimə temperaturunun sonsuz böyük kristalın ərimə temperaturuna olan nisbətinin Tomson-Gibbs tənliyindən istifadə edərək təyindir:

$$T_{\text{ər}} = T_{\text{ər}}^0 \left(1 - \frac{2\sigma}{\Delta h_{\text{ər}}^l d_k}\right) = T_{\text{ər}}^0 \left(1 - \frac{2\gamma}{l\Delta h_{\text{ər}}^l}\right),$$

burada, σ - səthi gərilmə; d_k – kristalın sıxlığı; γ -yuxarı və aşağı hədlərin xüsusi səth enerjisi; l - lamelin qalınlığı; $\Delta h_{\text{ər}}^l$ – 1 cm^3 kristalın daxili hissəsinin hesablanmış ərimə istiliyi.

Yuxarıda sadalanan üsullardan başqa, digər üsullar da mövcuddur. Geri dönməyən ərimə - termodinamik tarazlıqdan fərqli şəraitdə ərimədir.

Polimerlərdə iki ərimə temperaturu fərqləndirilir – tarazlıq ($T_{\text{ər}}^0$) və adətən adi ərimə temperaturu adlanan təcrübi temperatur ($T_{\text{ər}}$). Tarazlıq ərimə temperaturu - səthi sərbəst enerjisi normal təzyiqdə həcmli və ərinti ilə müqayisədə ölçüsü kifayət qədər böyük olan, polimerin monokristalları arasında faza tarazlıq nöqtəsinə uyğun gəlir. Makromolekulların bərkliyi tarazlıq temperaturuna əhəmiyyətli təsir göstərir. $T_{\text{ər}}^0$ -nin aşağı göstəricisi, adətən, ərintidə sıx, bükülmüş elastik makromolekullu polimerlər üçün səciyyəvidir. Belə polimerlərin əriməsi konformasiya entropiyasının əhəmiyyətli dərəcədə yüksəlməsi ilə bağlıdır. Möhkəm zəncirli polimerlər ərimə istiliyində müqayisə edilən digər polimerlərdən yüksək tarazlıq temperaturuna malik olur. Belə polimerlərin makromolekulları ərintidə açılmış konformasiyada olur. Bu isə, konformasiya entropiyasının cüzi artımına səbəb olur.

Aşağı molekullu maddələrdən fərqli olaraq, polimerlərin kristallaşması adətən tam getmir və bu zaman metastabil kristallitlər əmələ gəlir. Qızdırdıqda onlar müəyyən intervalda əriyir ($\Delta T_{\text{ər}}$ bəzən onlarla dərəcəyə qalxır). Praktikada bu intervalın yuxarı həddi təcrübi ərimə temperaturu kimi qəbul olunur. Ərimə temperaturu adətən tarazlıq temperaturundan $5-20^\circ\text{C}$ aşağıdır. $T_{\text{ər}}$ və $T_{\text{ər}}^0$ -nin müşahidə olunan kəmiyyətləri makromolekulların kimyəvi təbiətindən, molekul-kütlə paylanmasından, kristallaşma şəraitindən və təyin üsulundan asılıdır. Ərimə intervalında “qismən” ərimə adlanan ərimə prosesləri baş verir. Bu, kristallitlərin daha defektli kənarlarının və müxtəlif ölçülü və defekt dərəcəli kristallitlərin tədricən əriməsi ilə əlaqədardır.

Ərimənin müəyyən mərhələsində, yəni temperatur kifayət qədər yüksək və kristallaşma dərəcəsi nəzərə çarpacaq dərəcədə azaldıqda, əmələ gələn ərinti rekristallaşmağa başlaya bilər. Polimerin qismən kristallaşması, ardınca rekristallaşmanın baş verməsi çox zaman yandırma adlanır. Qızdırma zamanı rekristallaşmanın mümkünlüyü $T_{\text{ər}}$ -nin ilk növbədə qızdırmanın sürətindən, ərimə şəraitindən asılılığı ilə şərtləndirilir. Qızdırma sürətinin dəyişməsindən asılı olaraq, $T_{\text{ər}}$ -nin artması, eləcə də azalması baş verə bilər. Kristallaşma ərimə temperaturuna yaxın aparıldıqda,

ölçmə isə çox zəif qızdırılmaqla həyata keçirildikdə, ərimə temperaturunun təcrübi yolla alınmış rəqəmləri yaxşı ifadə olunur və tarazlıq temperaturuna daha artıq yaxınlaşır.

Ərimə temperaturunun geniş yayılmış təyin üsulları istilik metodlarıdır – dilatometriya, kalorimetriya, differensial termiki analiz, differensial izləyici kalorimetriya. Bundan başqa, ərimə temperaturunu təyin etməyin birbaşa optiki və spektroskopik, mexaniki və digər metodları da mövcuddur.

POLİMERLƏRİN ELASTIKLIYI - polimer materialların dönən deformasiyalarını, gərginliyin təsiri altında formasını dəyişmə qabiliyyətini xarakterizə edir. Miqdarı olaraq əsnəklik aşağıda verilmiş tənliklə təyin olunur:

$$\varepsilon(t) = \int_{-\infty}^t I(t-r) \sigma(t) dt$$

burada, $I(t-r)$ əsnəklik; $\varepsilon(t)$ - deformasiya; $\sigma(t)$ - gərginlik; t - gərginliyin təsir etmə müddətidir.

$\sigma(t) = \text{const}$ olduğu halda elastiklik $\frac{\varepsilon(t)}{\sigma}$ nisbəti ilə təyin olunur, başqa sözlə əsnəklik yüksək elastiklik modulu ilə tərs mütənasibdir.

Elastiklik - polimer sistemlərin mexaniki xassələrini qiymətləndirmək üçün istifadə edilən əsas üsullardan biridir və bu göstəricini təyin etmək üçün istifadə edilən üsul polimerlərin termiki-mexaniki tədqiqi üsuludur. Bu zaman reqlamentə uyğun sınaq şəraitində materialın gərginliyin müəyyən təsir müddətində deformasiyası təyin olunur. Polimerlərin geniş temperatur intervalında deformasiyaya uğramasına əsaslanaraq onun əsas texnoloji xassələri qiymətləndirilir.

Bir çox polimerlər üçün, o cümlədən, kristallik polimerlər üçün elastikliyin kiçik yüklərin təsirindən asılı olmaması xarakterikdir. Bu o deməkdir ki, yükü iki dəfə artırmaqla ikiqat artıq deformasiya əldə etmək olar, lakin yük kifayət qədər yüksək olduqda polimerin deformasiyası yükün təsiri ilə deformasiyanın adi dəyişmə asılılığına nisbətən artmış olur.

Polimerlər ya kristallaşa, ya da bütün temperaturalarda amorf halda qala bilərlər. Son halda onlar müxtəlif fiziki hallarda (relaksasiya hallarında): şüşəyə bənzər; yüksək elastik və özlü axıcı ola bilərlər. Hər bir fiziki hal müəyyən xassələr kompleksi ilə bağlıdır və hər bir hal öz texniki və texnoloji tətbiq sahəsinə uyğundur. Polimerlərin fiziki halı və bu halların mövcudluq sərhədləri müxtəlif struktur təyini üsulları ilə tədqiq olunur. Ən əsası isə polimerlərin struktur dəyişikliyinə və relaksasiya keçidlərinə həssas olan mexaniki xassələrinin dəyişməsi ilə təyin edilir. Bu məqsədlə, polimerlərin geniş temperatur intervalında deformasiyasının və yumşalmasının ölçülməsi üsulundan geniş istifadə edilir.

POLİMERLƏRİN FİZİKİ HALI. Polimerlər mütəhərriklik səviyyəsi və relaksasiya müddətinə görə fərqlənən üç fiziki halda ola bilər: şüşəvari, yüksək elastik və özlü axıcı.

Şüşəvari hal üçün atomların tarazlıq vəziyyəti ətrafında rəqsi hərəkəti ilə əlaqədar minimal mütəhərriklik səviyyəsi, böyük relaksasiya müddəti (10^{13} san.) xarakterikdir.

Yüksək elastik hal üçün seqmental mütəhərriklik və müşahidə müddətilə ölçülən relaksasiya müddəti xarakterikdir.

Özlü axıcı hal üçün makromolekulyar mütəhərriklik və həddindən çox kiçik relaksasiya müddəti (10^{-13} san.) xarakterikdir.

POLİMERLƏRİN FOTOELASTİKLİYİ - mexaniki gərginliyin təsiri altında polimerin ikiqat şüasındırma qabiliyyəti göstərməsi deməkdir. Polimerlərin fotoelastikliyi onların fiziki və faza halları ilə təyin edilir. Yüksək elastiklik halında olan polimerlər üçün optimal gərginlik əmsalı makromolekul elementinin polyarlığı, anizotropiyası ilə bağlıdır ki, bu da struktur zəncirlərinin öyrənilməsində (tarazlıq möhkəmliyi, yan qrupların sərbəst fırlanması, stereomüntəzəmlik) fotoelastiklikdən istifadə etməyə imkan verir. Şişmiş polimer örtüklərin fotoelastiklik xüsusiyyətləri polimer məhlullarının fotoelastikliyi ilə eynidir. Mexaniki gərginlik və şüasındırma əmsalı arasında olan sıx əlaqə özünü polimerlərin fotoelastik relaksedici xarakterində də göstərir. Gərgin relaks olunmuş hissədə əmələ gələn optiki anizotropiya gərginliklə birlikdə dəyişir.

Gərginliyin polyar-optiki metodla tədqiqi bərk cisimlərdə əmələ gələn gərginlik və deformasiyanın qeydiyyatı üçün fotoelastikliyin istifadəsinə əsaslanır. Polyar-optiki metoddan polimerlərin quruluşunun tədqiqində istifadə olunur; məsələn, qismən yönləndirilməsi və ya qismən kristallik nümunələrin deformasiyasında gərginliyin paylanması ilə onların kristallik və ya nizamlanmış zonaları təyin edilir.

Beləliklə, polyar-optiki metod (POM) gərginliyin əsas istiqamətlərinin müəyyən edilməsi və tədqiq olunan nöqtədə əsas gərginliyin müxtəlifliyinin təyin edilməsini əhatə edir.

Fotoelastiklik, fotoelastiki effekt, pyzeooptiki effekt-mexaniki gərginlik təsirindən (o cümlədən polimerlərdə), əvvəlcə izotrop bərk cisimlərdə optiki anizotropiyanın əmələ gəlməsində özünü göstərir. Fotoelastiklik - mexaniki qüvvənin təsiri altında maddənin dielektrik keçiriciliyinin deformasiyadan asılılığının nəticəsi kimi əmələ gələrək duxroizm və ikiqat şüasındırma halında üzə çıxır. İzotrop cisim bir oxlu dartılma və ya sıxılma zamanı bir oxlu optiki kristalın optiki xüsusiyyətlərini qazanır. Daha mürəkkəb deformasiyalarda, məsələn, ikitərəfli genişlənmədə nümunə iki oxlu optiki xüsusiyyətlərə malik olur.

Fotoelastiklik atom və molekulların elektron təbəqəsinin deformasiyasına və optiki anizotrop molekulların, yaxud onların hissələrinin səmtləşdirilməsinə, istiqamətləndirməsinə əsaslanır. Polimerlərdə isə bu, polimer zəncirlərinin səmtləşdirməsi və buurulması deməkdir.

POLİMERLƏRİN FRAKSİYALARA AYRILMASI - bu polimerlərin molekul kütləsinə görə çox və ya az bircinsli (homopolimerlər üçün), stereotənzimlilik dərəcəsinə və ya tərkibinə (sopolimerlər üçün) görə fraksiyalara ayrılması deməkdir. Polimerlərin alınması prosesi (polimerləşmə, polikondensləşmə), həmçinin onların parçalanması ehtimal edilən xarakterə malikdir. Ona görə də istənilən sintetik polimer özlüyündə bəsit bir maddə olmayıb, orta molekul kütləli (hansı üsuldan istifadə olunmasından asılı olaraq orta hesablanmış, orta kütləli və yaxud başqa) polimer

homoloqların toplusudur və müəyyən molekul-kütlə paylanması ilə xarakterizə olunur.

Polimerlərin fraksiyalara ayrılmasının preparativ üsuluna mərhələli həlletmə, çökdürmə, kolonda xromatoqrafik fraksiyalara ayırma, xromatoqrafda preparativ modifikasiya metodu, ultrasentrəfuq, termodiffuziya və ultrafiltrləmə aiddir.

Polimerlərin analitik fraksiyalara ayrılmasından molekul kütlə paylanmasının və kompozisiyanın qeyri-bircinsliliyinin təyinində istifadə olunur. Bu işə alınmış polimerin sintez reaksiyasının mexanizmini aydınlaşdırmağa imkan verir. Bəzi hallarda analitik fraksiyalara ayırmadan polimerin mexaniki, o cümlədən reoloji xüsusiyyətlərini qabaqcadan müəyyən etmək üçün istifadə olunur.

Analitik fraksiyalara ayırma metodlarına – sedimentasiya, gel xromatoqrafiya, izotermiki diffuziya, turbidimetrik titrləmə və onun modifikasiyası, polimerin məhluldan temperatur altında çökdürülməsi, molekul-kütlə paylanmasının bəzi reoloji metodlarla qiymətləndirilməsi aiddir.

Fraksiyalara ayırmanın əksər metodları polimer fraksiyaların ölçüsü, tərkibi (sopolimerlər üçün) və ya makromolekulların digər xüsusiyyətlərindən asılıdır.

Polimer fraksiyasını ikifazlı sistemdən ayıra bilən həlledicinin keyfiyyətinin mərhələli dəyişməsi, molekul kütlə paylanmasından asılı olaraq fərqlənəcəkdir və tez təcrid etdiyi fraksiyanın tərkibində olan polimerin orta molekul kütləsi bir o qədər çox olacaq.

Təcrübi fraksiyalaşdırma metodları.

Ardıcıl çökdürmə – çökdürücünün əlavə edilməsi ilə çökdürmə deməkdir. Polimer nümunəsi uyğun həlledicidə həll edilir və məhlula sabit temperaturda tədricən, arası kəsilmədən qarışdırmaqla, yavaş-yavaş çökdürücü əlavə edilir. Başlanğıc bulanıqlıqdan sonra (polimerin çökməsi) çökdürücünü ehtiyatla o zamana qədər əlavə edirlər ki, sistemin tutqunlaşması sıçrayışla birdən-

birə artsın. Sabit temperaturda saxladıqdan sonra (təqribən bir neçə saat) bir qədər çökdürücü əlavə edib, əmələ gələn bulantının həll olması üçün temperatur bir neçə dərəcə artırılır.

Sonra məhlul soyudulur, çökmüş hissə bir neçə saat saxlanılır və bundan sonra ayırıcı qıfdan istifadə etməklə dekantasiya ilə təmizlənir. Alınan çöküntü bu polimerin birinci fraksiyası olub tədqiq olunan polimerin fraksiyalaşmasında ayrılan hissəsidir. Fraksiyalaşmanın əvvəlində orta molekulyar kütləsi böyük olan polimer fraksiyası ayrılır. Bəzi həlledici çökdürücü sistemlərində fraksiyalaşmanın əks tərzdə getməsi nəzərə çapır, aşağı molekulyar kütləli polimer fraksiyası daha tez çökür. Polimer fraksiyası tam ayrılan qədər proses analoji tərzdə davam etdirilir.

Həlledicinin buxarlandırılması ilə çökdürmə. Bu metod həlledicinin buxarlandırılması ilə sistemin həll etmə qabiliyyətinin azalmasına əsaslanır. Prosesin əvvəli irəlidə qeyd edilmiş fraksiyalaşma prosesi ilə eynidir, çökdürücü məhlulda bulantı müşahidə edilənə kimi əlavə edilir. Bundan sonra məhlulu bir neçə saat müddətində sakit saxlayır və sonra sistemə qızdırılmış quru hava, yaxud azot verməyə başlanır və məhlulun bulanıqlığı izlənilir. Daha sonra havanın verilməsi dayandırılır və məhlul bulanıqlıq itənə kimi qızdırılır, sonra tədricən soyudulur, bir qədər saxlanılır və eyni ilə əvvəlki üsuldə olduğu kimi alınan çöküntü ayrılır. Əvvəlki metoddan fərqli olaraq bu sistemdə istifadə edilən həlledici daha uçucu olmalıdır.

Temperaturun aşağı salınması ilə çökdürmə. Əvvəlki üsullarla müqayisədə bu üsulun üstün cəhəti həlledicinin tərkibinin dəyişkən olmamasındadır. Bu, bircins olmayan sistemin əmələ gəlməsindən qaçmağa və ayrılan fraksiyaların miqdarını daha dəqiq tənzimləməyə imkan verir. Ayırma üsulu əvvəlki fraksiyalara ayırma üsulları ilə eynidir.

Ardıcıl həll edilmə. Polimer örtüyün ekstraksiyası. Plyonkanı qurudur, hissələrə doğrayır və üzərinə xüsusi tərkibli həlledici tökürlər. Ekstrakt ayrılır və polimerin üzərinə həll etmə qabiliyyəti yüksək olan başqa qarışıq əlavə edilir. Proses polimer tam həll olana kimi təkrarlanır.

Koaservatın ekstraksiyası (yüksək polimer tərkibli faza). Fraksiyalaşmanın gedişatında polimer məhlulun üzərinə çökdürücünü o vaxta qədər əlavə edirlər ki, bütün polimer koaservat halına keçsin. Tərkibində aşağı molekül kütləli polimer olan durulaşdırılmış məhlul sistemdən kənarlaşdırılır və polimeri oradan ayırırlar. Həll etmə qabiliyyəti olan qarışıqla koaservat ekstraksiya olunur, ekstrasiya bir neçə dəfə təkrar edilir. Bu üsul ardıcıl çökdürmə ilə fraksiyalaşdırmaya uyğundur və eyni üstünlüklərə və çatışmazlıqlara malikdir. Bu üsulun əlavə üstünlüyü ondadır ki, fraksiyalaşma zamanı sistemin həcmi bir o qədər artmır. Koaservatda kristallik fazanın meydana çıxmasını vizual şəkildə təyin etmək mümkündür və lazım olsa başqa təcrübə şəraitlər də tətbiq oluna bilər.

Kolondan çökdürmə qızdırıcı köynəklə təmin olunmuş, qumla doldurulmuş kolona yüksək temperaturda polimer məhlulu verməklə həyata keçirilir. Kolon tədricən soyudulur və polimerin asan həll olan hissəsini otaq temperaturunda yuyub-çıxarırlar. Sonra temperaturu yenidən qaldırır və polimerin böyük molekül kütləli hissəsini həlledici və çökdürücü məhlul qarışığı ilə yuyurlar. Metodun çatışmayan cəhəti çox uzun müddətli (3-4 sutka) olmasıdır.

Kolonda xromatografik fraksiyalaşma. Qurğunun əsas hissəsi daşıyıcı (şüşə kürəciklər) ilə doldurulmuş kolondan ibarətdir. Kolon yuxarıdan qızdırılır və aşağıdan soyudulur, yuxarı hissədə yerləşdirilmiş çox az miqdarda kürəciklərin üzərinə polimer çəkilir. Oraya qarışdırıcıdan tərkibində həlledici olan maye məhlul verilir. Bu məhlulun tərkibi işin gedişatında müəyyən qanuna uyğun şəkildə dəyişir. Effektiv qarışdırıcı ilə təchiz olunmuş cihaza fraksiyalaşmadan əvvəl çökdürücü doldurulur. Fraksiyalaşma zamanı qarışdırıcıya müəyyən sürətlə həlledici əlavə edilir və bu yolla çökdürücünün lazımı tərkibi hazırlanır. Polimer fraksiyası avtomatik kollektor vasitəsilə ayrılır.

Fraksiyalaşmanın digər üsulları. Makromolekulların müxtəlif həll olma qabiliyyətlərinə əsaslanan fraksiyalaşmadan başqa na-

zik laylı xromatoqrafiya və gel-xromatoqrafiyaya əsaslanan termodiffuziya metodları da inkişaf edir. Əgər polimer məhlulu horizontal vəziyyətdə temperatur qradientli kamerada yerləşibse, onda kameranın divarları yaxınlığında yuxarı yönəlmiş (daha qaynar divarda) və aşağı yönəlmiş daha soyuq, konveksiya (hava buxar, mayelərin hərərəti özləri ilə aparması) cərəyanı baş verir.

Qızdırılan və soyudulan divarlara kifayət qədər yaxın məsafədə məhlulun fasiləsiz dövryyəsi baş verir, nəticədə daha ağır molekullar aşağıda, daha yüngülləri isə yuxarıda toplanır. Münaşib fraksiyalar kollektorun köməyi ilə götürülə bilər. Kollektorun sayının artması və ya termodiffuziyaedici kolonda kaskadın istifadə edilməsi ilə fraksiyanın homogenliyi artır.

Həllədiçi axınında termodiffuziyaedici fraksiyalaşma zamanı yuxarı kollektor sistemdən çıxarılır. Kolon məhlul ilə doldurulur və bir neçə müddət ərzində termodiffuziya prosesi gedir, sonra kolonun aşağı hissəsinə müəyyən miqdarda həllədiçi verilir və yuxarıdan eyni miqdarda məhlul götürülür ki, bu da birinci fraksiyanı təşkil edir. Prosesi təkrar etməklə istənilən miqdarda fraksiya ayırmaq mümkündür.

POLİMERLƏRİN FUNKSİONALLIĞI - birləşmənin quruluşuna daxil olan funksional qrupların sayı deməkdir. Kimyəvi birləşmələr həm reaksiya qabiliyyətli funksional qrupların miqdarına, həm də onların təbiətinə görə fərqlənə bilərlər.

Funksional qrupların reaksiya qabiliyyəti və onların təbiəti funksionallığın formasını və növünü təyin edir. Müxtəlif miqdar reaksiya qabiliyyətli funksional qrupa malik birləşmənin funksionallığın növünə, tipinə görə xarakterizə etdikdə, mono-, bi-, tri- və s. funksionallıq başa düşülür. Verilən reaksiya şəraitində reaksiya qabiliyyəti olmayan funksional qruplu molekullar qeyri-funksional adlandırılır. Monomerin funksionallıq tipi əksər hallarda ondan əmələ gələn polimerin quruluşunu müəyyən edir. Funksional qrupun neçə təkqat kimyəvi əlaqə əmələ gətirməsi vacibdir. Ona görə reaksiya qabiliyyətli funksional qrupları biraktlı, hansı ki reaksiya nəticəsində polimer zəncirində bir rabitə əmələ gəlir, ikiaktlı və çoxaktlıya, harada ki, müvafiq olaraq iki və daha

çox rabitə əmələ gəlir, bölmək uyğundur. Müxtəlif funksionallıqlı monomer qarışığı və ya oliqomerlər olduğu təqdirdə orta rəqəmli funksionallıq anlayışından istifadə olunur – funksional qrupların yekun sayının sistemdə olan molekulların ümumi sayına nisbəti və ya hər bir ilkin reagentə düşən funksional qrupların orta sayı ilə ifadə olunur.

Orta funksionallığı dolayısı və ya birbaşa üsullarla təyin edirlər. Oliqomerlərin funksionallığının tiplər üzrə bölünməsinin tədqiq imkanları mövcuddur. Kombinə edilmiş detektor tipli xromatografiyadan istifadə, məsələn, differensial refraktometr-infraqırmızı-spektrometrdən (UQ) istifadə edilməsi elüentin həcmindən asılı olaraq eyni vaxtda və fasiləsiz olaraq müəyyən orta molekül kütləsinə malik polimerin miqdarını və eləcə də, tərkibdə olan funksional qrupların qatılığını təyin etməyə imkan verir.

POLİMERLƏRİN İDENTİFİKASIYASI – məlum birləşmə ilə qabaqcadan seçilmiş əlamət üzrə uyğunluğun müəyyən edilməsidir. Polimerlərin identifikasiyası zamanı interpretasiyanı xeyli sürətləndirən bir sıra amillər nəzərə alınmalıdır:

1. Aşağı molekullu birləşmələrdən fərqli olaraq, polimerlər fərdi birləşmələr deyil. Polimerlər müxtəlif kənar qruplara malik ola, tərkibində müxtəlif uzunluqlu molekullar saxlaya, bir neçə növ şaxələnməyə, zəncirin müxtəlif stexiometrik quruluşuna və s. malik ola bilirlər. Buna görə də, sintetik polimeri təsvir edərkən aşağı molekullu maddələrdən fərqli olaraq, çox sayda parametrlərdən istifadə etmək zəruridir;

2. Polimerin təsviri üçün lazım olan xarakteristikaların əldə olunması zamanı xeyli təcrübi çətinliklər yaranır. Polimerlər əksər hallarda həlledicilərdə pis həll olurlar və eyni tərkib, makromolekulun uzunluğu və şaxələnməsi fərqli olan polimerlərin həll olması da müxtəlif ola bilər. Yüksək temperturlarda polimerin orta molekül kütləsi və molekül-kütlə paylanması dəyişir. Polimerlərin əksəriyyəti qismən kristal maddələrdir.

Polimeri tam identifikasiyaladırmaq üçün heç olmazsa, onun aşağıdakı əsas xarakteristikalarını bilmək lazımdır: tərkibin

yüksək molekullu birləşmələrə mənsub olması; polimerin kimyəvi tərkibi; onun yan və kənar qruplarının növü; xətti, şaxəli tipə və ya üçlü polimerlərə mənsubiyyəti; makromolekulun əsas zəncirinin izomerləşməsi.

Yüksək molekullu birləşmələrə mənsub olması. Bu şərt üzrə identifikasiyanın aşağıdakı xassələrə malik birləşmələr üçün yerinə yetirilməsi kifayətdir:

a) həll olunan maddənin cüzi qatılığında polimerlər özlü məhlullar əmələ gətirir (1%-li məhlulların özlülüyü həlledicinin özlülüyündən təxminən 20 dəfədən artıqdır);

b) onlar normal və yüksək temperaturalarda yüksək, uzun müddət inkişaf edən, geri dönməyən yüksək elastik deformasiyaya qabildirlər;

c) müvafiq mexaniki təsir zamanı yüksək möhkəmliyə malik, anizotrop yüksək orientasiyalı lifli strukturlar və plyonkalar əmələ gətirirlər;

d) həlledicilərdə şişirlər.

Çox zaman polimerin identifikasiyası üçün sadalanan xassələrin yalnız bəzisindən istifadə etmək kifayətdir.

Kimyəvi tərkibi. Bu əlamət üzrə identifikasiya üzvi birləşmələrin adi kimyəvi analizindən praktiki olaraq fərqlənmir. İdentifikasiyanın mühüm elementlərindən biri – yüksək molekullu birləşmənin formulunun müəyyən edilməsidir. Bu məsələnin həllini şərti olaraq aşağıdakı mərhələlərə bölmək olar: ilkin sınaqlar; element analizi; kimyəvi sınaqlar; makromolekulun əsas zəncirinin kimyəvi quruluşunun təyini.

İlkin sınaqlar. Bura polimerin təmizlənməsi, xarici görünüşü, fiziki halı, rəngi, nümunənin şəffaflığı və iyinin, bərkliyinin və dartılma qabiliyyətinin təyini daxildir. Fiziki xarakteristikalar (ərimə, şüşələşmə və yumşalma temperaturaları, sıxlıq, şuasındırma göstəricisi) çox vaxt məhdud əhəmiyyət kəsb edir. Mühüm sınaq – alovda yoxlamaqdır. Bu zaman tez alovlanma, özü-özünə sönmə qabiliyyəti, iy, alovun rəngi, sublimatın əmələ gəlməsi, yaranan buxarın və məhsulların turş və əsas xarakterli olması qeyd olunur.

Xromatoqrafik analiz polimerlərin parçalanması və yanması zamanı əmələ gələn məhsulları tez və dəqiq surətdə təhlil etməyə və yanma məhsulunun görünüşü, iyi və s. kimi xarakteristikaların təyininə rast gəlinən bəzi subyektivliyi aradan qaldırmağa imkan verir. Məlum polimerlərin əksəriyyəti üçün yuxarıda adı çəkilən parametrlər üzrə məlumatlar cədvəllərdə verilmişdir və çox zaman bu xarakteristikalar İQ- və NMR-spektrlər üzrə əldə olunan məlumatlarla birgə identifikasiya üçün tam yetərlidir. Polimerin təbiətini müəyyən etmək üçün onun müxtəlif həlledicilərdə həll olma qabiliyyətini yoxlamaq məqsədyönlüdür.

İdentifikasiyanın qısa sxemləri, məsələn həllolma və İQ-spektrlərin öyrənilməsi, geniş surətdə yayılmışdır. Belə sxemlər üzrə analizin nəticələrinə bir qədər ehtiyatla yanaşmaq lazımdır. Lakin, polimerin analizi yalnız fiziki metodların köməyi ilə identifikasiyanı asanlaşdırır.

Polimerlərin müxtəlif aqreqat hallarında (məhlul, bərk cisim) NMR- və ultrabənövşəyi spektrlərin öyrənilməsi xüsusilə əhəmiyyətlidir.

Element analizi. Bu halda, ilk növbədə polimerdə S, N, P, O kimi elementlərin, halogenlərin və s. miqdarı təyin edilir. Üzvi polimerlərin element analizi müvafiq aşağı molekullu birləşmələrin analizinə əsaslanır.

Kimyəvi sınaqlar. Tədqiq olunan tərkibdə xlor, azot və digər elementlər olmadıqda (karbon, hidrogen və oksigendən başqa) sabunlaşma ədədini təyin etmək lazımdır. Təbii və bəzi modifikasiya olunmuş polimerlərin identifikasiyası üçün turşu ədədi, tərkibində spirt qrupları saxlayan polimerlərdə isə asetil ədədi təyin edilir. Polimerlərin doymamışlıq dərəcəsi – yod və yaxud brom ədədi ilə müəyyən olunur. Polimerin funksional qruplarının identifikasiya sxemləri aşağı molekullu birləşmələrdə olan eyni qrupların identifikasiya sxemindən prinsip etibarlı ilə fərqlənmir. Nəzərə almaq lazımdır ki, kənar qrupların sayı makromolekulun uzunluğu və şaxələnməsi barədə məlumat verir. Lakin, nümunədə müəyyən kənar qrupların nisbətən az miqdarda olması səbəbin-

dən bu göstəricilərin təyini çətinlik yaradır. Polimerləşmə dərəcəsi bir neçə min və daha yüksək olan polimerlər üçün bu məsələ həll olunmamış qalır.

Makromolekulun əsas zəncirinin kimyəvi quruluşu. Makromolekulların əsas zəncirinin quruluşunun kimyəvi metodlarla təyini makromolekulların parçalanmasına (hidrolitik parçalanma, oksidləşdirici destruksiya, fermentativ parçalanma, piroliz, ionlaşdırıcı şüalanmanın təsiri) və alınmış məhsulların sonradan identifikasiyasına əsaslanır. Molekulları parçalayaraq daha sadə aşağı molekullu məhsullara çevirməklə bağlı üsulları fiziki tədqiqat metodları ilə (İQ-spektroskopiya, NMR-spektroskopiya, xromatoqrafiya, kütlə-spektrometriya) uzlaşdırmaq zəruridir.

Qeyri-xəttiliyin təyini. Makromolekulların qeyri-xəttiliyinin tam təsviri dedikdə makromolekulların bütün şaxələnmələrlə kimyəvi strukturunun müəyyən olunması nəzərdə tutulur. Sintetik polimerlər üçün bunu həyata keçirmək praktiki olaraq, mümkün deyil. Sintetik polimerlərin identifikasiyası zamanı qeyri-xəttiliyin statistik təsvirinə müraciət etmək lazım gəlir. Bir çox qerixətti sistemlərin xassələrini strukturun aşağıda verilən sadə təsviri ilə ifadə etmək olar: 1) “qısa zəncirli” şaxələnmənin uzunluğu və sıxlığı; 2) “uzun zəncirli” şaxələnmənin sayı və uzunluğu. “Qısa zəncirli” şaxələnmənin təyin üsulu onların sayından asılıdır. Şaxələnməni identifikasiya etmək olar və əgər bu şaxələr tərkibdə hər hansı bir xarakterik xassəyə malik qruplar saxlayarsa, şaxələnmənin identifikasiyasını həyata keçirmək və miqdarını təyin etmək mümkündür.

Üçlü torların analizi. Polimerin tikilməsinin miqdarı göstəricisi, onun bəzi həlledicilərdə tamamilə həll olması deyil, şişmə qabiliyyətidir. Polimerdə üçlü torun miqdarını təyin etmək çətin-dir və bunun üçün onun şişmə dərəcəsindən istifadə etmək olar. Bu məqsədlə bəzi mexaniki xassələrdən istifadə etmək mümkündür. Bəzi göstəriciləri torun sıxlığının kiçilməsi ilə azalan ərimə temperaturunun təyini ilə əldə etmək olar.

Molekul kütləsi və molekul-kütlə paylanması. Polimerlərin identifikasiyası zamanı istifadə edilən mühüm göstəricilərdən

biridir. Gel-xromatoqrafik analiz (birbaşa təyin etmək) və özlü-lüyün təyini metodları ilə bu xarakteristikaları qiymətləndirmək olar.

Əsas zəncirin izomerləşməsi. Makromolekulların izomerləşməsi nöqtəyi-nəzərindən polimerləri keyfiyyət və miqdarı identifikasiya etmək lazımdır.

Stereomüntəzəm polimerlərin tam olaraq identifikasiyası. Stereomüntəzəm quruluşlu makromolekullar üçün onların yalnız stereomüntəzəmlik tipi, yəni polimerlərin izotaktik və ya sindiotaktik konfigurasiyaya aid edilməsi üzrə identifikasiyası kifayətdir. İzotaktik və sindiotaktik makromolekulların müxtəlif kristal qəfəslərə malik olması onları bərk halda rentgen-struktur analiz vasitəsilə identifikasiya etməyə imkan verir. Udulma zolaqlarının sayını və polyarlaşmasını rəqsi spektroskopiyaya vasitəsilə asanlıqla hesablamaq olar. Polimerlərin məhlullarda konfigurasiyasını təyin etməyin daha geniş yayılmış üsulu – NMR-spektroskopiyası metodudur.

Mikrotaktiklik üzrə identifikasiya. Polimer məhlulların mikrotaktiklik üzrə identifikasiyası zamanı yaxşı nəticələr qabaqcadan dərəcələnmə edilmədən mikrotaktikliyin dəqiq kəmiyyətini göstərən NMR spektrlərinin ölçülməsi ilə əldə olunur. Rentgenoqrafiya metodu ilə mikrotaktiklik üzrə identifikasiya zamanı etibarlı nəticələr polimerlərin bərk halda tədqiqində əldə olunur. Zəncirin mikrostrukturunu barədə məlumatı həmçinin Differensial-Termiki Analiz (DTA), orientasion ikiqat şüa sındırma, rəqsi spektroskopiyaya metodları ilə də əldə etmək olar.

Birgə polimerlərin identifikasiyası. Birgə polimerlərin identifikasiyası zamanı əksər hallarda homopolimerlərin identifikasiyasına sxeminə müraciət etmək olar. Lakin bu rəqəmləri interpretasiya etmək mürəkkəb və çətin bir işdir. Birgə polimerlərin öyrənilməsi zamanı şərti olaraq iki hal seçilir: 1) birgə polimerdə bütün birgə monomerlərin miqdarı öz aralarında bərabərdir; 2) birgə monomerlərdən biri çox az miqdarda iştirak edir. Birgə polimerlərin identifikasiyası zamanı hər iki halda homopolimerlərin identifikasiyası zamanı tətbiq edilən parametrlər və qaydalar uyğun

olur. Lakin əgər birinci halda yuxarıda adı çəkilən bütün kimyəvi və fiziki parametrlər təxminən eyni sayda məlumat verirsə, o zaman ikinci halda mühüm rolu yalnız kiçik qarışıqlara qarşı həssas olan metodlar oynayır. Birgə polimerlərin kristallaşma izotermələrinin öyrənilməsi – “qatışıqlı” halqaların kiçik miqdarının aşkar edilməsində ən həssas yanaşmadır. Birgə polimerin əmələ gəlmə faktını birgə polimerləşmənin kinetikasını, destruksiya məhsullarının və müvafiq homopolimerlərin tərkibini öyrənməklə müəyyən etmək olar. Homopolimer və birgə polimer molekullarının xassələrinin fərqliliyinə əsaslanan metodlara differensial-termiki analiz, radiotermoluminessensiya, termomexaniki metodlar aiddirlər. Həmçinin istilik tutumunun temperatur gedışı, yerdəyişmə modulu, mexaniki itkilərin və temperaturun, şüşələşmə temperaturunun, elastikliyin dinamik modulunun və s. ölçülməsindən istifadə olunur.

POLİMERLƏRİN İSTİLİK TUTUMU – polimerin temperaturunu 1°C artırmaq üçün lazım olan istilik miqdarıdır. $\text{kC}/(\text{kq}\cdot\text{K})$ ilə ölçülən xüsusi və ya kütlə istilik tutumu ilə mol istilik tutumu $(\text{kC}/(\text{kmol}\cdot\text{K}))$ fərqləndirilir.

Polimerlərin xüsusi istilik tutumunun təyini zamanı alınmış təcrübi nəticələrin böyük hissəsinin aşağı temperatur həddi maye hidrogenə ($\sim 20\text{ K}$), yuxarı həddi isə ərimə temperaturuna uyğun gələn temperatur intervalına aiddir. Bu temperatur intervalı istilik tutumunun ölçülmüş qiymətinə görə polimerlərin vacib texnoloji əhəmiyyət kəsb edən termodinamik parametrlərini (entalpiya, entropiya) hesablamaq üçün kifayət edir. Bununla yanaşı polimerlərin istilik tutumunun mexanizmini araşdırmaq üçün nisbətən aşağı temperaturlarda aparılmış təcrübələr (ölçmələr) daha böyük əhəmiyyət kəsb edir. Polimerlərin istilik tutumunun 1-dən 20 K-ə qədər olan temperatur intervalında təyin edilmiş göstəriciləri təcrübi nəticələri nəzəri hesablamalarla müqayisə etmək və həmçinin polimerləri aşağı molekullu bərk maddələrdən fərqləndirən xüsusiyyətlərini müəyyən etmək üçün böyük maraq kəsb

edir. Polimerin istilik tutumunun 20K-də ölçülmüş qiymətinin daha aşağı temperatur sahəsinə aid edilməsi tutarlı nəticələrə gətirib çıxarmır.

Polimerlərin istilik tutumunun geniş temperatur diapazonunda ölçülməsi makromolekul zəncirinin təkrarlanan elementlərinin istilik mütəhərriqliyinin xarakteri və makromolekulun faza (ərimə, kristallaşma, kristalın polimorf çevrilməsi) və ya fiziki (şüşələşmə) keçidləri zamanı onun dəyişməsi barədə məlumat verir. Əksər dəqiq ölçmələrin aparıldığı aşağı temperatur sahəsində bərk halda olan polimerlərin istilik tutumlarının təcrübi qiymətləri digər bərk maddələrin istilik tutumları kimidir və temperaturun arasıkəsilmədən, yeknəsək artan funksiyasıdır. Bu zaman Debayev temperaturu adlanan, polimer zəncirinin bütün molekul daxili sərbəst rəqsi həyacanlanmasına səbəb olan xarakterik bir temperaturda nisbi doymuş hal əldə edilir. Bu temperatur sahəsində (300K-ə yaxın) polimerlərin gerçək istilik tutumları homoloji sırada nisbətən az dəyişir.

Faza keçidləri sahələrində (ərimə, kristallaşma) polimerlərin istilik tutumlarının kəskin dəyişməsi də müşahidə olunur. Bu proseslər adətən geniş temperatur intervalında adiabatik kalorimetriya (bu üsulun dəqiqliyi elektron sxemlərin istifadəsi nəticəsində kifayət qədər yüksək olur) üsulları ilə tədqiq olunur. Polimerlərin istilik tutumlarının temperaturdan asılılığında xarakterik piklər olur, bu piklər qızdırılmanın sürəti artdıqca yüksək temperaturlar sahəsinə yerdəyişmiş olurlar (bu zaman onların hündürlüyü artır). Polivinilasetatın (PVA) bərk haldan maye halına keçidi zamanı istilik-fiziki xassələrinin belə dəyişməsi yumşalma prosesinin relaksasiya təbiəti ilə və nümunələrin istilik göstəriciləri ilə bağlıdır. PVA-nın şüşələşmə temperaturu 35°C-yə bərabər olduğu üçün, onun yanma temperaturu otaq temperaturuna bərabərdir.

Polimerlərin istilik tutumlarının ölçülməsi üçün istifadə olunan təcrübi metodikalardan ən vacibi adiabatik və dinamik kalorimetriyadır.

POLİMERLƏRİN KEMİLÜMİNESSENSİYASI –ekzotermik kimyəvi reaksiyaların getməsi ilə yaranan işığın ayrılması

deməkdir. Kemilüminessensiyanın baş verməsi üçün istilik effekti və aktivləşmə enerjisinin cəminin reaksiya məhsullarını hərəkətə gətirmək üçün kifayət qədər olması şərtidir. Spektrin görünən və ultrabənövşəyi sahələrində kemilüminessensiya oyanmış elektron hissəciklərinin əsas vəziyyətdə keçidindən asılıdır, bu UQ-spektr sahəsində elektron keçidləri və ya enerjinin titrəyiş səviyyəsindən asılıdır. Mürəkkəb üzvi birləşmələr üçün kondensləşmiş mühitdə elementar kimyəvi reaksiyaların bir neçə tipi, kemilüminessensiya induksiyaedici bir neçə tipi müəyyən edilmişdir:

a) Polimerdə yaxud şüalanmış bərk məhlullarda stabilləşdirilmiş elektronun kationlar və yaxud kation-radikallarla rekombinasiyası;

b) Şüalanmış bərk sistemlərdə, eləcə də məhlullarda ion və ya radikalların rekombinasiyası, məsələn, dəyişən cərəyanla elektroliz prosesində bir elektrodda fərqli yüklənmiş ionlar əmələ gəlir;

v) Sərbəst radikalların rekombinasiyası və ya disproportionalaşması, məsələn, peroksid radikalları,

e) Bir çox rabitələrin ekzotermik parçalanması və yenidən qruplaşması, məsələn, dioksetanların parçalanması.

Kemilüminessensiya polimerlərin aşağı temperaturlarda şüalandırılmasından sonra qızdırılması prosesində müşahidə edilmişdir, məsələn, maye azot temperaturunda işıq və yaxud ionlaşma şüalandırılmasında, polimerin ozonla qarşılıqlı təsirində, peroksid və azot birləşməsinin polimer matrisada radikallara termiki dağılmasında, polimerlərin havada qızdırılmasında. Polimerlərin ozonla oksidləşməsində peroksid radikalları əmələ gəlir, yan proseslərdə dioksetanlar əmələ gələ bilər. Ona görə də kemilüminessensiyanın “b” və “r” tipli reaksiyalar nəticəsində alındığını güman etmək olar. Polimer matrisasında peroksid və azo-birləşmələrin parçalanması ilə müşayiət edilən kemilüminessensiya təbiəti etibarlı ilə polimerdə oksidləşmə reaksiyalarında müşahidə olunan kemilüminessensiyaya yaxındır .

Kemilüminessensiya hadisəsi fotolüminessensiyadan yalnız oyanmış, həyəcanlanmış hissəciklərin əmələ gəlmə mərhələsinin

təbiəti ilə fərqlənir. Əgər fotolüminessensiya prosesində molekul düşən şüalanma enerjisini udaraq həyəcanlanma halına keçirsə, kemilüminessensiyada bu kimyəvi elementar akt enerjisinin həyəcanlanma enerjisinə keçməsi hesabına baş verir.

POLİMERLƏRİN KİMYƏVİ MODİFİKASIYASI-polimer makromolekullarının strukturunun aşağı molekullu reagentlər birləşməklə dəyişməsi reaksiyasıdır. Bu gün bir polimerdən digərini almağa imkan verən, çoxlu sayda reaksiyalar məlumdur. Bütün bu reaksiyalar yeddi qrupa bölünür:

Əvəz olunma reaksiyaları. Əvəz olunma reaksiya məhsulları çox vaxt əsas kimi götürülən polimerin bəzi xassələrini saxlayır və bundan başqa, “calanan” maddənin xassələrinə yiyələnir.

Strukturlaşma reaksiyası. Bu reaksiyaya kauçukların tikici agentlərlə vulkanlaşdırılmasını misal gətirmək olar. Kauçuk küürüdlə qarışır və qızdırıldıqda rezinə çevrilir.

Destruksiya reaksiyası. Destruksiya yolu ilə çox vaxt sintetik polimerlər də modifikasiya olunur. İstehsal prosesində onların makromolekullarına istənilən uzunluğu vermək həmişə mümkün olur. Destruksiya yolu ilə onlar istənilən ölçüyə qədər qısalır. Destruksiya polimer istehsalının tullantı problemini effektiv surətdə həll etməyə imkan verir. Polimerlərin makromolekulları elementar manqalara parçalanmaqla ilkin monomərə çevrilir və onu yenidən istehsal prosesinə qaytarmaq mümkün olur.

Birləşmə reaksiyası. Birləşmə reaksiyası – polimerlərin modifikasiyası proseslərinin daha bir qrupudur. Bu zaman ilkin polimerin və ya ona birləşən maddənin molekulları ikiqat rabitə saxlamalıdır: onun qırılması yenidən birləşməni mümkün edir. Bu tip sadə reaksiyalardan biri – kauçukun xlorlaşdırılmasıdır. Kauçuk makromolekullarında karbon atomu ikiqat rabitə ilə birləşdiyi halda, rabitələrdən biri qırılır və qopan yerə xlor atomu birləşir. Nəticədə, kauçuk daha bərk və çətin əriyən olur.

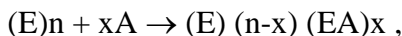
Qopma reaksiyası. Modifikasiyanın qopma üsulu - birləşmə reaksiyasının əksidir. Bu üsul ona xas olan, müxtəlif variantlarda tətbiq olunur. Lakin bəzi ümumi xüsusiyyətlər də vardır. Qopan atomlar və atomlar qrupu bir qayda olaraq, uçucu maddələrin –

suyun, ammoniyakın, hidrogenin, hidrogen xloridin molekullarında birləşir. Qopma nəticəsində ikiqat rabitələr əmələ gələrsə, o zaman maddənin rəngi tündləşir və elektrik keçiriciliyi artır. Bəzən elə olur ki, qopma atomların tsiklik qruplaşmasına gətirib çıxarır. Bunun sayəsində maddə yüksək möhkəmliyə və termiki davamlığa malik olur.

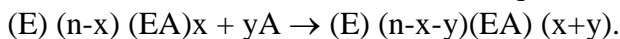
İzomerləşmə reaksiyası. Modifikasiyanın bütün reaksiyalarında, alınan polimer tərkibinə görə, ilkin polimerdən çox və ya az dərəcədə fərqlənir. Lakin elə modifikasiya prosesləri məlumdur ki, polimerin tərkibi əvvəlki kimi qalır, yalnız makromolekulların strukturu dəyişir. Başqa sözlə, polimer-xammal və polimer-məhsul – izomerlərdir. Ona görə də, belə proseslər izomerləşmə reaksiyaları adlanır.

Mübadilə reaksiyaları. Belə modifikasiya prosesləri polimerlərdə xüsusi qruplar əmələ gətirir. Əgər əvvəllər nəzərdən keçirilən nümunələrdə vahid polimerdən eyni zəncir strukturlu polimer əmələ gəlirdisə, mübadilə reaksiyalarında müxtəlif təbiətli iki polimerin arasında gedən reaksiyada polimer makromolekulları özünün hissələri ilə mübadilə olunur. Buna əsaslanaraq belə proseslər – mübadilə reaksiyaları adlandırılır. Mübadilə nəticəsində, tərkibinə hər iki ilkin polimerin elementar manqaları daxil olan makromolekullardan təşkil olunmuş polimer əmələ gəlir.

Makromolekulda funksional qrupun reaksiya qabiliyyəti aşağı molekullu birləşmənin müvafiq funksional qrupunun reaksiya qabiliyyəti ilə eynidir. Eyni reaksiya qabiliyyətini reallaşdırmaq üçün reaksiyanın heç olmazsa, homogen olması, maye mühitdə getməsi, ilkin, aralıq və son məhsulların isə bu mühitdə həll olması lazımdır. Lakin bu şərtləri praktikada yerinə yetirmək xeyli çətinidir. Ona görə də, aşağı molekullu birləşmənin polimerlə reaksiyasını bir sıra ardıcıl mərhələlərdən keçən proses kimi təsəvvür etmək olar. Bir makromolekul üçün bu mərhələni sxematik surətdə aşağıdakı kimi əks etdirmək olar:



burada, E – funksional qrupu A aşağı molekullu birləşmənin funksional qrupu ilə reaksiyaya girmə qabiliyyətinə malik ola bilər, polimer makromolekulunun elementar manqasıdır:



belə ki, $(x+y) < n$. Bu səbəbdən, müxtəlif makromolekullu polimerlərdə reaksiya qabiliyyətli qrupların çevrilmə dərəcələri eyni deyil, məhsulların tərkibi isə yekcins deyildir. Reaksiyanın son və aralıq məhsullarının makromolekulları müxtəlif konformasiyalara malik ola bilər, reaksiya mühitində həll olma azala və ya tamamilə həll olmayan hala keçə bilər. Nəticədə, bərabər reaksiya qabiliyyətli olma prinsipi pozulur. Buna həmçinin konformasion, molekulüstü və digər effektlər də səbəb ola bilər. Reaksiyanın xarakterinə bu faktorların təsir dərəcəsi reaksiyanın gedişi üzrə dəyişə bilər.

Adətən polimerlərin duru məhlullarında (qatılıq 0,5 %-dən yuxarı olmayan) reaksiya homogen sistemdə gedir (əgər aşağı molekullu reagent bu həlledicidə həll olursa). Yüksək qatılıqlı məhlullarda (1%-dən başlayaraq, yuxarı) çox zaman makromolekul assosiatları adlanan, ikili molekulüstü quruluşlar əmələ gəlir. Bu halda reaksiya heterogen xarakter ala bilər, belə ki, assosiatlarda ilk növbədə xarici makromolekullar reaksiyaya girir və sonradan aşağı molekullu reagentin assosiatın daxilinə girməsi çətinləşə bilər. Bu səbəblərdən polimerlərin qatı məhlullarında aşağı molekullu reagentlərlə kimyəvi reaksiyalar yavaş sürətlə gedir və çevrilmə dərəcəsi aşağı olur.

Polimer kütləsində gedən reaksiyalar daha artıq qeyri-yekcinsliyi ilə səciyyələnir. Tərkibində bir-biri ilə kimyəvi reaksiyaya girmək qabiliyyətinə malik, müxtəlif funksional qruplar saxlayan makromolekullar arasında gedən reaksiyalar daha mürəkkəbdir. Belə reaksiyalar ilkin makromolekullarda yeni funksional qrupların əmələ gəlməsi ilə nəticələnə bilər. Bu halda makromolekullar xətti qalır və yaxud ilkin xətti makromolekullar arasında yan kimyəvi rabitələrin əmələ gəlməsi ilə nəticələnir.

POLİMERLƏRİN KRİSTALLAŞMA ENTALPIYASI.

Kristallaşma dedikdə, maddənin termodinamik cəhətdən az davamlı olan haldan daha davamlı hala keçidi zamanı kristalların əmələ gəlməsi prosesi başa düşülür. Bu proses enerjinin ayrılması – kristallaşma entalpiyası ilə müşayiət olunur (H_{kr} , kəmiyyətcə adətən ərimə entalpiyasına – H_{er} bərabərdir).

Proses bir qayda olaraq, soyumuş buxar və yaxud maye mühitində gedir. Maddənin qeyri-stabil qeyri-kristal haldan stabil-kristal hala faza keçididir.

Termodinamik cəhətdən daha stabil struktur forması adətən çətin sayılan və xüsusi texnoloji yanaşma tələb edən monokristal struktur sayılır. Ona görə də, real surətdə nail olunan struktur monokristaldan bir qədər az termodinamik davamlı olan struktur polikristal struktur sayılır.

Kristallaşma prosesinə nəzəri olaraq baxıldıqda, onun iki birindən asılı olmayan mərhələsi fərqləndirilir: sərbəst hüceyrə əmələ gətirmə və kristalların böyümə hüceyrəsinin əmələ gəlmə mərhələsi ilkin hüceyrənin yaranma mexanizminə görə iki yerə bölünür: homogen (çoxlu molekulların və ya molekul qruplarının məhlulda və ya ərintidə isilik hərəkəti, enib-qalxma, silkələnmə zamanı təsadüfi birləşmə yolu ilə hüceyrənin özbaşına yaranması) və heterogen (molekulların mütəhərrikiyinin məhdud olması, məhlula və ya ərintiyə kənardan, məsələn, kristallaşan maddələri adsorbsiya edə bilən, kolloid zərrəciklərin daxil edilməsi ilə hüceyrənin əmələ gəlməsi). Çox vaxt kristallaşma prosesini təşkil etmək üçün hazırlanmış mühitə kənardan hazır hüceyrələr daxil edilir. Lakin, istənilən halda, kristallaşma prosesi kifayət qədər soyuma zamanı başlayır. Soyuma müəyyən T -un həddi göstəricisindən aşağı olmamalıdır.

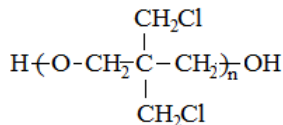
Homogen mühitdə daha sərfəli kristal fazanın formalaşması baş verir. Atomların və ya molekulların V həcmli və W səthli aqreqatda birləşməsi dəyişməyən təzyiq və temperaturda sərbəst entalpiyanın dəyişməsinə gətirib çıxarır.

Əgər maddənin məhlulunda və ya ərintisində qabaqcadan əmələ gələn hüceyrələr və ya kənar zərrəciklər yoxdursa bu zaman hüceyrə əmələgəlmə homogen sayılır. Səthdə kənar zərrəciklərin kristallaşması zamanı, kristalın böyüməsi başlayan hüceyrənin ölçüsü çox vaxt kiçilir, belə ki, kristal və alt lay arasında səddin əmələ gəlməsi polimer kristalı və polimer məhlulunun və ya ərintisinin kristal ilə arasında səddin əmələ gəlməsi ilə müqayisədə çətinləşə bilər.

Heterogen sistemdə qarışıqlar səthi enerjini azaltmaqla, hüceyrənin əmələ gəlməsini asanlaşdırır, yəni onun əmələ gəlməsinə yardımcı olurlar. Lakin qarışıqlar molekulun nukleasiya səthinə daxil olmasını qismən məhdudlaşdırırlar. Ona görə, qarışığın qatılığının artması ilə hüceyrənin əmələgəlmə sürəti, bir qayda olaraq, maksimumdan keçir.

Heterogen hüceyrə əmələgəlmə - ilkin hüceyrənin əmələ gəlməsi üçün vacib olan sərbəst enerjinin dəyişməsini azaltmaq üçün kənar cisimlərin artıq mövcud olan səthlərindən istifadədən ibarətdir. Klassik nəzəriyyəyə görə, hüceyrənin artıq mövcud olan səthlə təması zamanı sərbəst enerjinin azalması baş verərsə, hüceyrənin kritik ölçüsü kiçilir. Müvafiq olaraq hüceyrə əmələgəlmənin daha kiçik ümumi sərbəst enerjisi onun sürətini artırır.

Məlumdur ki, kristallaşma mexanizmi üzrə polimerləri tam kristal polimerin xüsusi həcmnin (V_k) tam amorf polimerin xüsusi həcminə (V_a) nisbətinə görə iki qrupa bölmək olur. Birinci qrupa $V_k/V_a < 0,9$ olan, , ikinci qrupa – $V_k/V_a > 0,9$ olan xətti elastik polimerlər aiddir. İkinci qrupu iri yan qruplara malik olan (polipropilen, polistirol və s.) polimerlər təmsil edirlər. Bu qrupa habelə massiv yan qrupa malik olan pentaplast



daxildir. V_k və V_a kəmiyyətləri pentaplast üçün müvafiq olaraq $6,8 \cdot 10^{-2} \text{m}^3/\text{kg}$ və $7,2 \cdot 10^{-2} \text{m}^3/\text{kg}$ təşkil edir. $V_k/V_a = 0,94$.

POLİMERLƏRİN KÜLLÜLÜYÜ – polimerdə mineral maddələrin olmasını xarakterizə edən göstəricidir. *Küllülük* polimerin havada termiki parçalanmasından (mufel sobasında 800-1000°C-yə qədər qızdırıldıqda) qalan qalıqın kütləsinə görə təyin edilir. Küllülüü qalıqın kütləsinin polimerin ilkin kütləsinə olan nisbəti ilə ifadə edirlər.

Polimerdə külün təyini ГОСТ 15973-82 üzrə həyata keçirilir.

POLİMERLƏRİN MAYE-KRİSTAL HALI. Maye kristallar – istənilən nöqtədə fiziki xassələrin termodinamik tarazlıq anizotropiyasına və birli və yaxud ikili tərtibə malik sistemlərdir. Maye-kristal hal minlərlə maddə üçün səciyyəvidir, termodinamik cəhətdən davamlıdır və 1-ci faza keçidi ilə məhdudlaşan, mövcud olmasının dəqiq ifadə olunan temperatur intervalına malikdir: kristal – maye kristal və maye kristal – izotrop maye.

Maye kristallar izotrop mayələrə xas olan, bir sıra xassələrə: formanı saxlamaq, axıcılıq, damla əmələ gətirmə qabiliyyətinə malikdirlər, müəyyən səthi gərilmə əmsalı ilə xarakterizə olunurlar, molekullar və yaxud onların aqreqatları yerdəyişə və öz ətrafını dəyişə bilirlər, yəni koordinasiya tərtibinə malikdir. Digər tərəfdən, onlar üçün bərk cisimlərə xas olan orientasiya tərtibi səciyyəvidir. Ona görə də, maye kristallar optiki cəhətdən anizotropdur. Optiki anizotropiyanın olması maye kristallarda orientasiya tərtibinin olmasına dəlalət edir.

Maye kristallar aşağıdakı təsnifatlara ayrılır:

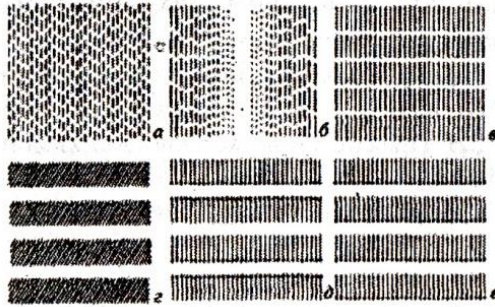
1) *alınma üsuluna görə*

ötürülmə üsulu üzrə - birbaşa alınan;

- *termotrop*, mezogen maddələrin onların ərimə temperaturundan yuxarı temperaturda qızdırılması zamanı alınan;

- *liotrop*, onların həll edilməsi zamanı reallaşan (həllədicinin ilkin kristal qəfəsdə molekullararası qüvvəni zəiflədir, durultma dərəcəsi qəfəsin zəifləmiş rabitələrinin sayını təyin edir və bununla da maye kristalların mövcudluq formasını müəyyən edir).

2) *tərtibin olması və xarakteri üzrə*; smektik, nematik, xolestirik (şəkil)



Maye kristalların müxtəlif formaları strukturları:
a- nematik; b-xolesterik; c-smektik; ç-qarışmış smektik;
d-ikiqat təbəqəli smektik; e-polyar tərtibli smektik.

Maye kristalların smektik (smeqma, sabun) forması ilk dəfə sabunun tədqiqi zamanı aşkar olunmuşdur. Smektik maye kristallarda molekulaların iki ölçülü müntəzəmliyi onların laylarda paralelliyində və ağırlıq mərkəzlərinin bir müstəvidə yerləşməsindədir. Smektik layın qalınlığı onu təşkil edən molekulaların uzunluğu ilə müəyyənləşir. Eyni zamanda hər lay duru və ya labil olur. Belə ki, paralel yerləşmiş molekulaların arasında olan məsafə vaxtdan asılı olaraq dəyişir.

Smektik maye kristalların iki əsas halı fərqləndirilir: A və S. A tipli kristallar üçün molekulun böyük oxunun və lay müstəvisinin istiqamətinin ortoqonallığı səciyyəvidir. S tipli kristallarda isə molekul oxu 90° -dən fərqli bucaq altında lay müstəvisinə tərəf əyilir. Birincilər – optiki cəhətdən bir oxlu, ikincilər isə - iki oxludur. Bundan başqa, smektik maye kristal layında yerləşən molekulaları müntəzəmliyindən (B, H və s.) asılı olaraq, ən azı səkkiz tipə ayırmaq olar.

Smektik maye kristallar nisbətən yüksək özlülüyə malik olur. Molekullar uzun oxun ətrafında fırlana və öz ətrafını yalnız lay hüdudunda dəyişə bilər. Molekulun bu laydan o biri laya sıçrayışı praktiki olaraq, istisna edilir.

Nematik (sap) maye kristallar laylı struktura malik deyil. Onların molekulları özlərinin uzun oxları (onun ətrafında fırlanmaqla) istiqamətində fasiləsiz sürətdə sürüşür, lakin, orientasiya tərtibini saxlayırlar: molekulun uzun oxu bir üstün istiqamətə yönəlmişdir. Nematik maye kristalları polyarlaşmış mikroskop altında parlaq işıqlandırılmış fonda nəzərdən keçirdikdə molekulların orientasiyasının kəskin dəyişmə sərhəddi olan, tünd saplar görünür. Orientasiyanın bu pozulması disinklinləşmə adını daşıyır.

Xolesterik maye kristallar əsas etibarını ilə xolesterin birləşmələri, digər steroidlərin və bəzi hallarda nematogen maddələrin molekullarında asimmetrik mərkəzləri olan birləşmələr tərəfindən əmələ gəlir. Xolesterik maye kristalların ayrı-ayrı qatlarında molekullar nematik qatlardakı kimi orientasiya olmuşdur. Lakin, molekullarda olan asimmetrik mərkəzlər hesabına qatlar bir-birinə dolaşır və spirallar əmələ gətirir.

POLİMERLƏRİN MÖHKƏMLİYİ. Möhkəmlik - hər hansı bir materialın mexaniki gərginliyin təsiri altında dağılmaya qarşı müqavimət göstərmək xassəsidir. Materialın dağılması təbiiq olunan xarici qüvvələrin təsiri altında baş verir. Məsələn, ərintinin sürətli soyudulması zamanı nəzərə çarpan dərəcədə daxili gərginliyin yaranması və bu gərginliyin təsiri ilə çatların baş verməsi və nəhayət xarici qüvvələrin təsiri altında nümunədə birləşdirici yaranır və bu vəziyyətdə nümunənin hissələri həmin birləşdirici vasitəsilə bir-biri ilə əlaqələnir, lakin nümunənin bütövlüyü faktiki olaraq pozulur.

Möhkəmlik kəmiyyətcə əsasən aşağıdakı göstəricilərlə qiymətləndirilir:

- möhkəmlik həddi ilə - nümunənin kövrək şəkildə dağılması və ya geri dönməyən deformasiya nəticəsində baş verən dağılma;
- deformasiya həddi ilə - nümunənin dağılmadan əvvəl maksimum deformasiyası;
- davamlılıq müddəti (istismar müddəti) ilə - daimi gərginlik altında polimerin möhkəmlik xüsusiyyətlərini saxladığı müddət.

Polimerin dağılmadan müqavimət göstərə biləcəyi son gərginliyi qiymətləndirmək üçün nəzəri möhkəmlik hesablanır.

Kristal cisimlər üçün nəzəri hesablamalar kristal qəfəs parametrləri və əlaqələrin enerjisi məlum olduğu halda nisbətən sadə üsulla aparılır.

Polimerin dartılma, sıxılma, sürüşdürmə, əyilmə, zərbə və s. kimi təsirlər altında dağılmasına səbəb olan gərginlik kimi təcrübi olaraq müəyyən edilmiş möhkəmliyi, bu nümunənin nəzəri hesablanmış göstəricisindən dəfələrlə azdır. Bu fərq, polimer materialının alınma üsulundan asılı olaraq real quruluşda yaranan və sınaq nümunələrinin istehsalı zamanı meydana çıxan qüsurlarla əlaqədardır. Sonuncu halda, adətən səthdə qüsurlar əmələ gəlir və onlar ən təhlükəli qüsurlar hesab olunur. Nümunənin möhkəmliyinin azalmasının səbəbi yalnız qüsurun onun faktiki en kəsiyini azaltması ilə deyil, qüsurun ətrafında əlavə daxili gərginliklərin cəmləşməsi ilə əlaqədardır. Defektin başlanğıcı (ucu) nə qədər iti, sərt (az hamarlanmış) olarsa, gərginlik bir o qədər çox olur. Sərt kənarlara malik hər hansı bir çatın ucunda yaranan ifrat gərginlik nümunədəki orta effektiv gərginlikdən orta hesabla on dəfədən çox ola bilər. Defekt nə qədər hamar olarsa (ucları dairəvi çatlar), bu uclarda ifrat gərginlik bir o qədər aşağı olur. Çatın və ya defektin ucunda toplanmış ifrat gərginlik bu çatın böyüməsinə və nəticədə nümunənin dağılmasına səbəb olur.

Kristallaşa bilən polimerlər kristallaşa bilməyən polimerlərlə müqayisədə daha çox möhkəmliyə malikdirlər. Bu, kristallaşmanın başlanması üçün əsas şərt olan makromolekulların düzülüşündə kifayət qədər nizamlılığın olması və deformasiyanın bu nizamlılığı kifayət qədər təmin etməsi və nəhayət bununla əlaqədar polimerlərdə kristal quruluşların yaranması ilə bağlıdır. Orta molekul kütləsinin artması ilə polimerdə əvvəlcə fluktuasion şəbəkə yaranır, daha sonra isə bu şəbəkə təkmilləşir. Bu çatların böyüməsi deformasiya enerjisinin udulmasında artıma səbəb olur.

Orta molekul kütləsinin müəyyən bir həddə qədər artması ilə möhkəmlik, üstmolekulyar quruluşun tam formalaşması da artır, daha sonra isə bu dəyişiklik nəzərə çarpan dərəcədə olmur. Polimerin orta molekul kütləsi 50-100 mindən çox olduğu hal-

larda möhkəmlik molekul kütləsindən çox az asılı olur. Bəzi hallarda möhkəmliyin artması molekulaların polyarlığı və molekul-lararası qarşılıqlı təsirlərin artması ilə əlaqələndirilir. Makromolekulların oriyentasiyası hər zaman möhkəmliyin oriyentasiya istiqamətində artmasına, eninə (üfüqi) istiqamətdə isə onun azalmasına səbəb olur.

Bir çətin ucunda (və ya başqa bir növ qüsurdə) cəmlənmiş həddindən artıq gərginlik çətlərin böyüməsinə, nəticədə isə nümunənin dağılmasına səbəb olur. Deformasiya sürətinin artması və ya temperaturun azalması ilə möhkəmlik artır, dartılmada qırılma isə maksimumdan keçir.

POLİMERLƏRİN MOLEKULDAXİLİ ÇEVRİLMƏLƏRİ - bir makromolekulun atomları və ya funksional qrupları arasında bir makromolekül daxilində yenidən qurulma və ya qarşılıqlı təsir nəticəsində yaranan və ilkin polimerin polimerləşmə dərəcəsinə əhəmiyyətli dəyişikliyə səbəb olmayan kimyəvi reaksiyalardır. Makromolekul daxili çevrilmələr fiziki amillərin (istilik, işıq, yüksək enerjili şüalanma) və zəncirin tərkibinə daxil olmayan müxtəlif kimyəvi reagentlərin təsiri altında baş verir;

Makromolekul daxili çevrilmələrin növləri. Makromolekul daxili çevrilmələr zamanı əmələ gələn polimer zəncirlərinin strukturundan asılı olaraq bu prosesləri 4 müxtəlif növə ayırmaq olar: 1) doymamış rabitələr daşıyan makromolekulların aşağı molekül kütləli birləşmələrin ayrılması ilə əmələ gəlməsi, 2) tsiklik qrupları olan makromolekulların əmələ gəlməsi, 3) ikiqat rabitələr və tsiklik halqalar əmələ gəlmədən makromolekulların yan qruplarının parçalanması, qopması, 4) makromolekulların izomerləşməsi.

POLİMERLƏRİN ÜSTMOLEKULYAR QURULUŞU. Polimerlərin üstmolekulyar quruluşu dedikdə makromolekulların bəzi fəza quruluşlarının fərqlənən hissələrində qablaşma üsulu, onların forması, ölçüsü və qarşılıqlı təsir xarakteri başa düşülür.

Üstmolekulyar quruluş yüksəkmolekullu birləşmələrin səciyyəvi xüsusiyyətidir və daha çox onların texnoloji və istismar

xassələrini müəyyən edir. Məsələn, müntəzəm qurulmuş faza payı dedikdə başa düşdüyümüz kristallaşma dərəcəsi fiziki-mexaniki, istilik-fiziki, praktiki olaraq, emal metodunu, polimerdən hazırlanan məmulatın təyinatı və istismar müddətini müəyyənləşdirən bütün xassələr toplusu ilə əlaqədardır.

Mövcud üstmolekulyar quruluşun çoxsaylı olmasını və ierarx mürəkkəbliyini, onların səviyyələrini üç əlamət üzrə təsnifata ayırmaq olar:

- həndəsi;
- kinetik;
- termodinamik.

Quruluş elementlərinin mütəhərriqliyi ilə bağlı kinetik və davamlılığı müəyyənləşdirən termodinamik əlamətlər üzrə üstmolekulyar quruluşlar stabil və qeyri-stabilə bölünür. Termodinamik stabil quruluşlar termodinamik cəhətdən qeyri-stabil – flyuktuasion quruluşlardan fərqli olaraq, sabit və ya diskret xarakter daşıyır.

Həndəsi və ya ölçü parametrləri üzrə üstmolekulyar quruluşun müxtəlifliyini aşağıdakı sıra üzrə yerləşdirmək olar:

- kristal qəfəs – 1-10 Å;
- monokristallar – 100-500 Å;
- yarımkristallar -1000 Å;
- polikristallar –mikro-mm.

İstənilən kristal qəfəsin sadə elementi – bucaqlarla və qəfəs periodu ilə xarakterizə olunan elementar kristalloqrafik xanadır.

“Monokristal” termini-bütün hissələri eyni bir mikrokristalilik translyasion qəfəsə aid olan, üçlü müntəzəm mikroskopik kristal təsvir etmək üçün işlədilir.

Kristalın morfolojiyasının iki xarakteristikasını fərqləndirmək olar – onların forması və strukturu: qabitus (xarici görünüş) və kristalın traxtı, yəni, sadə kombinasiyası kimi onun forması başa düşülür.

Kristalın qabitusunu təsvir etmək üçün “plastinli” (lamel-yar), “izometrik”, “prizmatik”, “iynəvari”, “fibrilyar” tipli terminlərdən istifadə olunur.

Xətti polimerlərin kristallarının real forması Gibbs enerjisinin minimal kəmiyyəti ilə xarakterizə olunan tarazlıqdan kəskin fərqlənir:

$$\sum^n \gamma_i A_i = \min.$$

Kristalda Brave–Fridel qanununa uyğun surətdə kristal qəfəsin iri parametrlərinin cavab verdiyi əsas kənarlar seçilməlidir.

Monokristal öz oxşarından hər şeyə malik olması ilə deyil, yalnız bəzi elementlərlə (istiqləmətlə) fərqlənir. Oxşar kristalda qəfəs +bir və ya bir neçə müstəvidə (ikiləşmə müstəvisində) kəskin dəyişilməyə məruz qalır.

Polikristal nümunələr monokristallardan və təsadüfi kristallardan başqa, istiqamətin ümumi elementlərinə malik olmayan kristal – oxşardan ibarətdir.

Polimerlərin üstmolekulyar strukturu onları yandırdıqda - əlavə termiki emalın nəticəsində əhəmiyyətli dərəcədə dəyişə bilər. Adi şəraitdə kristallaşan polimerlər metastabil vəziyyətdə olur. Əlavə yandırma onların Gibbs enerjisi kiçik olan hala keçməsinə kömək edir.

POLİMERLƏRİN NƏM KEÇİRMƏSİ – Polimer sistemlərin temperaturun, yaxud su buxarının təsiri altında nəmi keçirmə qabiliyyətidir. Polimerlərin nəm keçirməsi polimerin kimyəvi tərkibindən, quruluşundan, tərkibindəki suyun miqdarından və temperaturdan asılıdır. Polimerlərin nəm keçirməsi nəm keçirmə əmsalı ilə xarakterizə olunur. Bu əmsalın qiyməti qeyd edildiyi kimi polimerin tərkibindən, quruluşundan, suyun miqdarından və temperaturdan asılıdır. Su keçirmə əmsalı diffuziya keçiriciliyinin ümumi tənliyi ilə təyin olunur və qatılığın və ya təzyiqin vahid qiymətində vahid zaman ərzində vahid sahədən keçən su buxarlarının kütləsi ilə müəyyən olunur. Polimer materialların nəm udma əmsalının müəyyən istismar şəraitində mümkün olan, yol verilə bilən qiyməti müvafiq standartlar üzrə müəyyən olunur.

$$Iq/sm \cdot s \cdot mm \text{ civə süt.} = 208 \cdot 10^{-9} \text{ kg}/(m \cdot s \cdot H/m^2)$$

Polimerdən su buxarının keçmə mexanizmi məsələlərin ölçüsündən və su udmanın xarakterindən asılıdır. Əgər buxarın dif-

fuziyası polimerin şişməsi ilə müşayiət olunmursa, nəmin polimer nümunəsindən ötürülməsi inert qazların ötürülməsinə analoji olaraq baş verir. Şişmə prosesində polimerin quruluşu dəyişir və diffuziyanın qatılıqdan asılılığı baş verir. Bəzi polimer-su sistemləri üçün diffuziya Fik qanunu tətbiq olunan zaman “şerti-fik” kimi qiymətləndirilə bilər:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D \frac{\partial c}{\partial x} \right)$$

harada ki, D – polimerin səthində su buxarlarının qatılığının sabit saxlanıldığı halda qatılığın funksiyasıdır.

Polimer şişələrdən keçən su buxarının diffuziyası bəzi hallarda D əmsalının qatılıqdan asılılığı nəzərə alındığı təqdirdə belə Fik qanununa tabe olmur.

Nəm keçirmə əmsalı manometrik, kütlə, radioizotop və digər üsullarla təyin olunur. Manometrik üsulda manometrə birləşdirilmiş və tədqiq olunan plyonka ilə “qapanmış” evakuasiya kame-rasında vakuumun enmə sürəti ölçülür. Kütlə üsulu cox sadə olduğundan nəm keçirmə əmsalının texniki təyini zamanı geniş istifadə olunur. Bu üsullardan biri ağzı tədqiq olunan polimer plyonka ilə bağlanmış və quruducu eksikatora yerləşdirilmiş su ilə dolu stəkanın vaxtaşırı çəkisinin təyin edilməsinə əsaslanır. Bundan başqa polimer materialların nəm keçirməsinin digər təyini üsulu, radioaktiv izotoplar, məsələn, tritiumla nişanlanmış su buxarları vasitəsilə təyin olunma üsulu da mövcuddur.

POLİMERLƏRİN NƏMLİYİ- polimerdə onun kütləsinə nəzərən faizlə ifadə edilən sərbəst nəmin miqdarıdır. Nəm polimer tərəfindən sorbsiya nəticəsində udulur, əvvəlcə səth qatında toplanır və sonra diffuziya yolu ilə materialın bütün həcminə paylanır. Buna görə də polimerlərin nəmliliyi ətraf mühitin nisbi rütubəti, polimerin rütubətli atmosferdə qalma müddəti və onun hissəciklərinin ölçüsü ilə müəyyən edilir; tarazlıq rütubəti və bu həddə çatma vaxtı sorbsiya izotermindən tapıla bilər. Polimerlərin nəmliliyinə təsir edən həlledici amillər makromolekulların kimyəvi tərkibi və quruluşu, polimer strukturunun nizamlılığı və s.dir. Polimer materialının nəmi udmaq qabiliyyəti eyni zamanda

polimerin istehsalında istifadə olunan emulqatorların və katalizatorların növündən, onların yuyulma dərəcəsiyindən yəni polimerin tərkibindən kənarlaşdırma dərəcəsiyindən, polimerin qurudulma rejimindən, həmçinin polimerin inqrediyentlərinin hər birinin nəm udmaq qabiliyyətindən asılıdır.

POLİMERLƏRİN ORİENTASIYASI - bu proses makromolekulların səmtlənmiş konformasiya halına keçirilməsindən ibarətdir.

Polimerlərin mexaniki, istilik-fiziki, elektrik və termodinamik xassələrinin kəskin anizotropiyasının yaranması ilə orientasiya vəziyyətinə keçmə qabiliyyəti onları aşağı molekulu birləşmələrdən fərqləndirən keyfiyyətdir. Belə bir keçid imkanı makromolekulun özünün anizotropiyası ilə və atomlar arasındakı qarşılıqlı təsirin əsas makromolekul zəncirləri boyunca üstünlük təşkil etməsi ilə əlaqədardır.

Polimer sistemlərinin orientasiya olunmuş (səmtlənmiş) vəziyyətə keçməsi, bir qayda olaraq, deformasiya təsirləri şəraitində, o cümlədən xarici dartılma gərginliyi şəraitində baş verir. Bu zaman makromolekulların konformasiyası dəyişir, eləcə də moleküllərin dəyişikliklərə baş verir. Makromolekulun quruluşunun mürəkkəbliyi, kiçik və böyük quruluş elementlərinin olması nəticəsində molekulların bütöv, həm də ayrı-ayrı hissələrində orientasiya mümkündür. Orientasiya vəziyyətinin baş verməsi sükunət xassəsi daşıyır, yəni sükunət vaxtının nisbətindən və xarici deformasiya qüvvəsinin təsir müddətindən asılıdır.

Orientasiya vəziyyətində polimerlər bir çox xüsusiyyətlərinə görə maye kristallara oxşar olduqları üçün, makromolekulun orientasiya dərəcəsi müəyyənləşdirilməsində maye kristallarda istifadə edilən analogi kəmiyyət qiymətləndirmələri və üsulları tətbiq olunur.

Makromolekulların orientasiyasına təsir edən amillər:

- həlledicinin elastikliyə təsiri zəncirin konformasiya dəyişikliyinə gətirib çıxarır. Həlledici ilə qarşılıqlı təsir polimerin daha sərt konformasiyasına səbəb olursa, onda həlledicinin iştirakı

ilə kristal hal ilkin vəziyyətdə daha elastik olan polimerlər üçün sərfəli ola bilər;

- yerdəyişmə gücünün təsiri altında makromolekulların oriyentasiyası polimerin dartılması, onun məhlulunun və ərintisinin axması zamanı baş verə bilər;

- yüksək təzyiqlərdə (bir neçə min atmosfer) polimerdə oriyentasiya vəziyyətinə nail olmaq olar. Təzyiqlərdə daha az sərbəst həcm tutan və eyni zamanda kəskin qablaşmanı təmin edən konformasiyanın miqdarı artır.

Polimerlərin oriyentasiya olunmuş, səmirlənmiş vəziyyəti üçün termodinamik xassələrin anizotropiyası xarakterikdir, bu xüsusilə də müxtəlif istiqamətlərdə dartılma zamanı pilyonkaların ərimə temperaturunun dəyişikliyinə fərqli xarakterində aydın bir şəkildə ortaya çıxır. Əgər dartılma prosesində makromolekul elastikliyin artması ilə müşayiət olunan spiral yumaq tipli konformasiya keçidinə məruz qalarsa, ərimə temperaturunun yükün təsiri ilə dəyişməsi qeyri-monoton ola bilər. Həllolma temperaturu da analogi qaydada dəyişir. Yük makrozəncirlərin kontaktını, onların dəstinin, ansamblının yaranmasını asanlaşdırır, həlledicinin nüfuz etməsinə mane olur, başqa sözlə ΔH_{konfiq} artır, ΔS_{konfiq} azalır, aşağı düşür.

Molekulüstü orientasiya qaydasına nail olmaq üçün üç əsas imkan mövcuddur:

- quraşdırma;
- yenidənqurma;
- birbaşa əmələ gəlmə.

Quraşdırma fibrilyar proteinlərdə olduğu kimi bioloji sistemlər üçün də xarakterikdir.

Yenidənqurma, yüksək temperaturda qüvvənin təsiri altında, plastifikatorun iştirakında ilkin sferalit ya da lamelyar quruluşun fibrilyar quruluşa keçməsidir. Yenidənqurmanın digər növlərindən biri dartılmadır. O, bir tərəfli (onun köməyi ilə liflər alınır), iki tərəfli (plyonka), düz simmetrik (plyonka membranlar) ola bilər.

Birbaşa əmələ gəlmə (generasiya) və ya istiqamətlənmiş (yönəldilmiş) polimerləşmə zamanı düzənlənmiş zəncirlərin kristallaşması baş verir.

Oriyentasiya olunmuş ərintilərdə kristallaşma dinc vəziyyətdə olanlardan fərqli olaraq molekullararası nukleasiya mexanizmi ilə gedir, bu da xətti (düzlənmiş) zəncirli kristalların əmələ gəlməsinə gətirib çıxarır. Çoxmərhələli dartılmadan istifadə etmək və temperaturu ərimə temperaturuna yaxın göstəriciyə kimi ardıcıl olaraq artırmaqla polimer məmulatların möhkəmliyini keyli artırmaq olar.

POLİMERLƏRİN ÖZLÜLÜK ANOMALİYASI - bu hadisə polimerlərin, r -simvolu ilə işarə olunan və axma gərginliyinin (τ) axma sürətinə (γ) nisbəti ilə təyin olunan özlülüyün axma sürəti γ artdıqca azalması ilə xarakterizə olunur. Adi Nyuton mayelərində γ sabit qalır. Özlülüyün qeyri-adiliyi polimer sistemlərin xeyli hissəsi üçün (ərintilər, qatı məhlullar, dispersiyalar) xarakterikdir və onların mexaniki xassələrinin spesifikliyini ifadə edir.

Axma gərginliyinin axma sürətindən $\tau=f(\gamma)$ qrafik asılılığı məhlulun axma parametrlərinin geniş intervalda dəyişmə şəraitində onun reoloji xassələrini kifayət qədər tam ifadə edir. Axma əyri-ləri qrafik olaraq adətən loqarifmik koordinatlarda verilir, çünki özlülük göstəricilərinin (τ və γ) dəyişmə intervalı 9-10 sayda olan hissəni örtür. Nyuton qanununa görə $\tau=f(\gamma)$ asılılığı maillik dərəcəsi özlülüklə (γ) təyin olunan düz xətlə ifadə olunur. $\tau=f(\gamma)$ asılılığının Nyuton qanunundan kənara çıxma xarakterindən asılı olaraq bütün Nyuton mayeləri üç qrupa bölünür: psevdoplastik, dilatant və binqamov mayeləri.

Özlülük anomaliyasının qeyri-adiliyi deformasiya olunma nəticəsində polimer sistemlərin quruluşunu dəyişməsi ilə əlaqədardır. Bu axma gərginliyi və sürəti yüksəldikdə və molekul kütləsi $M > M_{kr}$ olduqda müşahidə olunur. Kritik molekul kütləsindən yuxarı molekul kütləsi strukturlaşmanın intensiv olduğu hala uyğun gəlir. Qeyri-Nyuton axma şəraitlərində özlülüyün molekul

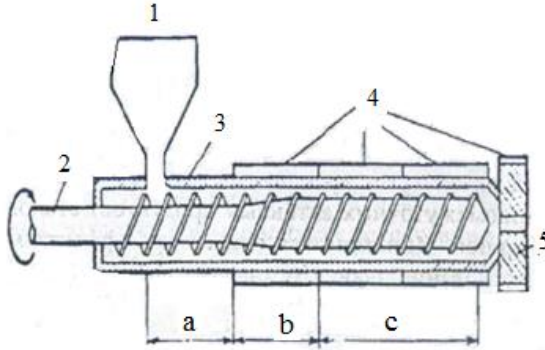
kütləsindən asılılığı zəifləyir. Axmanın çox yüksək sürəti və gərginliyində, nyuton özlülüyü əldə edilir və polimerin özlülüyü və quruluşu son dərəcə dəyişmiş olur. Özlülüyün molekul kütləsindən asılılığı xətti xarakter daşıyır.

Özlülük anomaliyası polimer sistemlərin əksəriyyəti üçün səciyyəvi xarakter daşıyır və özündə onların mexaniki xassələrinin xüsusiyyətini daha aydın əks etdirir. Çox durulaşdırılmış məhlullar və aşağı molekul kütləli polimerlər özlülük anomaliyası göstərməyə bilirlər. Belə ki, özlülük anomaliyası orta molekul kütləsi: polietilendə -9×10^3 , polistirolda -4×10^4 , poliizobutilendə $-1,7 \times 10^4$, təbii kauçukda -5×10^3 , polidimetilsiloksanda $2,7 \times 10^4$, polimetilmetakrilatda 4×10^5 yuxarı olarsa müşahidə olunur.

POLİMERLƏRİN PLASTİKLƏŞDİRİLMƏSİNDƏ “BÖCƏKLƏR” – bu plastifikatorlarla işlənmiş (sellülozanın efirləri) polimerlərin istehsalında istifadə olunan texnoloji termindir. “Böcəklər” plastifikasiya olunmuş polimer sisteminin ümumi kütləsində plastifikasiya olunmamış hissəciklərdir. Onlar sintez zamanı fərqli efirləşmə dərəcəli polimer makromolekullarının (sellüloza) əmələ gəlməsi nəticəsində yaranırlar. Sellülozanın müxtəlif kimyəvi aktivliyə malik hidroksil qrupları eyni dərəcədə efirləşməmiş. Sellülozanın aşağı əvəz olunma dərəcəli molekulları pis həll olur və zəif plastifikasiya etmə qabiliyyətinə malikdirlər. Nəticədə polimerin ümumi kütləsində plastifikasiya olunmamış hissələr (“böcəklər”) əmələ gəlir. Tam plastifikasiya olunmamış sahələrin “böcək”lərin yaranmasının qarşısını almaq üçün sellülozanın efirləşmə dərəcəsinə ciddi nəzarət etmək lazımdır.

POLİMERLƏRİN PRESLENMƏSİ - polimer ərintisinin birbaşa preslənməsi plyonka, lif, boru, şlanq, qayıq kimi plastik kütlələrin istehsalının geniş yayılmış ən ucuz başa gələn üsullarından biridir. Bu məmulatların profili ekstruderin başlığının boşluğundakı quruluş ilə verilir. Ərimiş plastik kütlə müəyyən şəraitdə ekstruderin başlığının çıxışındakı boşluqdan sıxılır və ekstrudata istənilən profil verilir. Sadə ekstruziya maşınının sxemi şəklə göstərilmişdir.

Bu maşında polimerin qızdırılmaqla yumşaldılması üçün kompaundlaşmış plastik materialın qranulları (dənələri), yaxud tozları bunkerdən qızdırıcı sistemli silindrə yüklənir. Spiral şəkilli fırlanan şnek qaynar plastik kütlənin silindr boyu hərəkətini təmin edir. Polimer kütlənin hərəkəti zamanı fırlanan şnek ilə silindr arasında sürtünmə baş verir ki, bu da istiliyin ayrılmasına və nəticədə emal olunan polimerin temperaturunun yüksəlməsinə səbəb olur. Bunkerdən ekstruderin başlığında boşluğa kimi hərəkət prosesində plastik kütlə dəqiq ayrılmış üç zonadan keçir: yüklənmə zonası (a), sıxılma zonası (b), homogenləşmə zonası (c) (şəkil).



Sadə ekstruziya maşınının sxeminin təsviri.

1 - yükləmə qığı; 2 - şnek; 3 - əsas silindr; 4 - qızdırıcı elementlər; 5 - ekstruderin başlığının çıxışındaki boşluq; a - yükləmə zonası; b - sıxılma zonası; c - homogenləşmə zonası

Bu zonaların hər birinin ekstruziya prosesində öz rolu mövcuddur. Yüklənmə zonası polimer kütləni bunkerə daxil edir və sıxılma zonasına istiqamətləndirir. Bu əməliyyat polimer qızdırılmadan həyata keçirilir. Sıxılma zonasında qızdırma elementləri toz şəkilli kütlənin əriməsini təmin edir, fırlanan şnek isə onu sıxır və itələyir, alınan pasta şəkilli, ərimiş plastik material homogenləşmə zonasına daxil olur, burada şnekin vint bıçağı vasitəsilə sa-

bit axma sürəti əldə edilir. Ekstruderin bu hissəsindəki təzyiq nəticəsində polimer ərintisi ekstruderin başlığının çıxışındakı boşluğa verilir və buradan istənilən profil ilə çıxır.

Yüksək özlülüyə malik bəzi polimerlər üçün işçi zona adlanan daha bir zona tələb olunur. Bu zonada səmərəli qarışmanın əldə olunması üçün polimer yüksək hərəkətli təsirə məruz qalır. Ekstruziya olunan material ekstruderdən tələb olunan profil üzrə 125°C-dən 350°C-dək qızmış halda olur və onun formasının saxlanılması üçün tez bir zamanda soyudulması tələb olunur. Ekstrudat soyuq sudan keçən konveyer lentinə daxil olur və orada bərkirir. Ekstrudatın soyudulması üçün həmçinin soyuq hava ilə üfürülmə və soyuq su ilə suvarma üsulundan da istifadə olunur. Formalaşmış məhsul sonrakı mərhələdə ya doğranır, ya da rulon şəklində bükülür (plyonka halında olduqda).

Ekstruziya prosesindən məftil və kabellərin polivinilxlorid, yaxud kauçuk ilə, çubuq şəkilli metal millərin uyğun termoplastik materiallar ilə örtülməsində də istifadə edilir.

POLİMERLƏRİN QATI MƏHLULLARININ STRUKTURU – məhlullarda polimerlərin strukturlaşmış assosiatlarının olmasıdır. Assosiatların olması (üstmolekulyar struktur) müasir tədqiqat üsulları ilə: elektron mikroskopiya, rentgen-struktur analiz və spektroskopiya (İQ-, UB- və NMR–spektroskopiya) ilə asanlıqla sübut olunur. Onların orta yaşam dövrü (relaksasiya dövrü) kifayət qədər böyükdür. Lakin həlledici mühitin və yaxud hər hansı bir parametrin dəyişməsi ilə tərkibi, sayı və makromolekulların qarşılıqlı yerləşməsi dəyişə, yəni yeni faza əmələ gələ bilər.

Əldə olan əhatəli təcrübi materiallar polimer məhlulunda üstmolekulyar quruluşun olduğunu təsdiqləyir. Bu ona dəlalət edir ki, məhlulda makromolekullar arasında assosiatların əmələ gəlməsinə səbəb ola biləcək, qısa müddətli və daimi rabitələr əmələ gələ bilər. Bu rabitələr makromolekulların müxtəlif yük daşıyan polyar və ya ionlaşmış ionogen qruplarının qarşılıqlı təsirinin, həmçinin kimyəvi rabitələrin (məsələn, kauçukların məhlulda vulkanlaşması zamanı) yaranması nəticəsində əmələ gələ bilər.

Sadə şəkildə polimerin qatı məhlulunun strukturunu labil fəza quruluşlu tor kimi nəzərdən keçirmək olar. Belə sistemə mexaniki və termodinamiki təsirin göstərilməsi labil torun pozulmasına gətirib çıxarır, lakin xarici təsir götürüldükdən sonra o, yenə bərpa olunur.

POLİMERLƏRİN QOCALMASI – polimer məmulatların saxlanılma, istehsal və istismar zamanı polimerin xassələrinin dəyişməsidir. Polimer məmulatları müxtəlif amillərin – işığın, radiasiyasının, temperaturun, oksigenin, rütubətin, aqressiv kimyəvi reagentlərin, mexaniki yükləmələrin təsirinə məruz qalır. Bu amillərin ayrı-ayrılıqda və yaxud bütövlükdə təsiri polimerdə iki tip dönməyən kimyəvi reaksiyaların inkişafına gətirib çıxarır:

- destruksiya – bu zaman makromolekulun əsas zəncirində rabitələrin qırılması baş verir;

- strukturlaşma – bu zaman yeni rabitələr əmələ gəlməklə zəncirlərin tikilməsi baş verir.

Molekulun strukturunun dəyişməsi polimer materialın istismar xassələrinin dəyişməsinə səbəb olur: elastikliyi itir, möhkəmlik və kövrəklik artır, mexaniki davamlıq azalır, rəng dəyişir və s.

Polimerlərin qocalmasının əsas səbəbi – onların oksigen molekulunun təsiri ilə oksidləşməsidir ki, bu proses də qızdırılma zamanı daha sürətlə gedir. Oksidləşmə dəyişkən valentli metalların iştirakında, işığın təsiri ilə çox zaman sürətlənir və asanlaşır.

Qocalmanın aşağıdakı növləri mövcuddur: istilik, termooksidləşdirici, işıq, atmosfer (ozon), radiasiya təsiri ilə və yorulma (mexaniki yükləmələrin təsiri altında qocalma).

Termodestruksiya – temperaturun təsiri altında makromolekulun dağılma prosesidir. Bu zaman bəzi polimerlər (polietilen, polipropilen) müxtəlif quruluşlu qısa zəncirlər əmələ gətirməklə, digərləri isə - monomer (polimetilmetakrilat – üzvi şüşə, PVX) alınması ilə dağılır.

Polimerlərin termiki destruksiya məhsulları cədvəldə verilmişdir.

Polimerlərin termiki destruksiya məhsulları

Polimer	Parçalanma məhsulları
Polietilen	Monomer (< 1%), iri zəncir qırıqları
Polipropilen	Monomer (>10%), iri zəncir qırıqları
PVX	Hidrogen xlorid (>95%)
Polistirol	Monomer (>65%), dimerlər, trimerlər, tetramerlər
Polimetilmetakrilat	Monomer (>90%)

Termooksidləşdirici destruksiya – polimerə temperaturun və oksigenin təsiri zamanı makromolekulun dağılma prosesidir. Oksigenin iştirakı polimerin istiliyin təsirinə qarşı olan davamlılığını xeyli zəiflədir. Belə ki, polistirolun vakuumda parçalanma temperaturu 220°C-yə bərabərdir, havada isə 100°C təşkil edir. Termooksidləşdirici destruksiyanın parçalanma məhsulu – sərbəst radikallardır. Bunun nəticəsində proses zəncirvari mexanizm üzrə, yəni avtokatalitik surətdə inkişaf edə bilər. Termooksidləşdirici destruksiya zamanı çoxlu miqdarda aşağı molekullu, oksigenli maddələr əmələ gəlir: su, ketonlar, aldehidlər, spirtlər, turşular. Tərkibində doymamış rabitələr, məsələn, C=C fraqmentləri saxlayan polimerlər daha davamsızdır.

Fotokimyəvi destruksiya – işığın təsiri altında makromolekulun dağılmasıdır. Xüsusilə, C=I, C=N, C=C-C=I, C=O və digər qruplar saxlayan polimerlər daha intensiv surətdə destruksiyaya uğrayırlar. Fotokimyəvi destruksiya ultra-bənövşəyi şüaların (UB) təsiri altında, polimerin səth qatlarında gedir.

Mexaniki destruksiya - makromolekulların mexaniki təsir altında dağılmasıdır. Mexaniki gərginlik polimerdə atomların rabitə enerjisini üstələdikdə baş verir. Mexaniki destruksiya polimerin emalı (xırdalanma, valslaşdırma və s.) zamanı mümkündür.

Qocalma prosesini neytrallaşdırmaq üçün polimerlərə stabilizatorlar (inhibitorlar) daxil edilir.

Yuxarıda sadalanan destruksiya növlərindən başqa, radiasiyanın təsiri altında destruksiyanı, kimyəvi destruksiyanı və digərlərini qeyd etmək lazımdır.

Hər bir polimer müxtəlif metodlardan istifadə etməklə müxtəlif məmulatlara emal edilir və özlülük dərəcəsinə görə fərqlənən baza markası halında istehsal olunur. Polimerin emal üsulundan asılı olaraq, baza markaları aşağıdakı qruplara bölünür:

- liflərin formalaşdırılması;
- təzyiq altında tökmə;
- ekstruziya (ekstruziyalaşmış);
- üfürülmüş formaların kalandrlanması, presləmə.

Konkret polimer markasının miqdarı kifayət qədər çox ola bilər. Belə ki, polietilenin baza markaları 200 yaxındır.

Polimerdən istehsal zamanı məmulata xüsusi xassələr vermək üçün doldurucular: texniki karbon (his, qurum, duda), təbaşir, talk, kaolin, qatran, asbest, silisium dioksid, şüşə kürəciklər və s., həmçinin rəngləyicilər daxil edilir.

Beləliklə, polimerdən hazırlanmış, işlənib sıradan çıxmış məmulatlar aşağıda verilən göstəricilərlə səciyyələnilir:

- destruksiyanın müxtəlif dərəcəsi ilə;
- doldurucuların miqdarı ilə;
- rəngləyicilərin miqdarı ilə;
- qatqıların: stabilizatorların, plastifikatorların miqdarı ilə.
- istehsalatda istifadə olunan baza polimerlərin müxtəlif markaları ilə.

Tullantıların emalı zamanı uyğunlaşma xeyli problemlər yadır. Polimer materialları bir qayda olaraq, bir-biri ilə uyğunlaşmır. Bu isə ikinci xammalın keyfiyyət itkisinə səbəb olur. Bunu aradan qaldırmaq üçün tərkibə 2-4% miqdarında funksional qarışdırıcı agentləri daxil edilir.

Polimerlərin bir çoxu (PP və PS) termiki emal zamanı termooksidləşdirici destruksiyaya məruz qalır. Bu isə öz növbəsində stabilizatorların və ya polimerlərin sonrakı destruksiyasının qarşısını almağa imkan verən və hətta onların xassələrini yaxşılaşdıran antioksidantların, stabilizatorların və ya stabilizatorların kompleks resepturasının daxil edilməsini tələb edir. Stabilizatorların belə kompleks resepturaları retsiklizatorlar adını almışdır və polimerin kütləsinin 0,2-0,4% miqdarında əlavə edilir.

Əksər tullantılar kimi, polimer tullantıları da istehsal tullantılarına və istehlak tullantılarına bölünür.

Polimerlərin istehsal tullantıları:

– məmulatların istehsalı zamanı (tökmə, külçə, zay məmulat, avadanlığın işə salınması zamanı tullantı, digər məmulat və ya polimer növünə keçid zamanı və s.);

– məmulatların emalı zamanı (yonqar, taraqslama, kəsmə, doğrama qırıntıları, və s.) əmələ gəlir.

İstehlak tullantılarına aşağıdakılar aiddir:

– monopolimer termoplastların tullantıları (o cümlədən boyanmış tullantılar) - bu məmulatlar polimerin bir növündən hazırlanır, onların arasında ayrıca olaraq, polietilentereftalatdan (PETF) hazırlanan qabları, butulkaları qeyd etmək olar;

– bir-neçə növ termoplast polimerlərdən alınan tullantılar (çoxlaylı plyonkalar, məmulatlar, borular və s.);

– tərkibində termoplast polimer və qeyri-polimer materiallar saxlayan tullantılar (kombinə olunmuş məmulatlar – laminə olunmuş kağız, folqalı, toxunuşlu plyonkalar, metal-polimer borular və s.);

– reaktoplastlar.

Polimer tullantıları istismar müddətinə görə iki sinfə bölünür:

– uzun müddətli istismardan sonra qalan polimer məmulatlar (borular, istilikxanalar üçün plyonkalar və s.);

– birdəfəlik istifadə məmulatları (qısa müddətli istismardan sonra) – bunlar əsas etibarlı ilə tara, qablaşdırıcı materiallar və məmulatlardır.

– Çirklənmə dərəcəsi üzrə fərqləndirilən tullantılar aşağıdakılardır:

– şərti təmiz olanlar;

– çirklənmiş tullantılar.

POLİMERLƏRİN REAKSİYASI – XÜSUSİYYƏTLƏRİ. Birləşmənin spesifik polimer vəziyyətini nəzərə alaraq polimerlərin və onların monomerlərinin reaksiyaları arasında əsas fərqləri aşağıdakı kimi qeyd etmək olar:

1) birləşmənin yalnız polimer vəziyyətinə xas olan reaksiyalar: makromolekulların daha kiçik molekullara və ya ilkin monomer molekullarına parçalanması və molekullararası reaksiyalar;

2) makromolekullarda fərqli məkan konfigurasiyasının vahidlərinin olması səbəbindən kimyəvi reaksiyanın mexanizmində və ya sürətində dəyişiklik ilə əlaqəli konfigurasiya effektləri (“qonşu effekti”);

3) reaksiya başa çatdıqdan sonra polimer kütləsində və ya məhlulda konformasiyanın dəyişməsi ilə bağlı konformasiya effektləri;

4) sürətin dəyişməsinə təsir edən qatılıq effektləri, məhlulda makromolekul ətrafında reaksiyaya daxil olan qrupların qatılığının dəyişməsi səbəbindən reaksiya sürətinin artımı;

5) kütlədə və ya polimer məhlulunda yeni supramolekulyar strukturların və son məhsulların quruluşunu və reaksiya sürətini dəyişən, parçalanma və ya formalaşma ilə əlaqəli supramolekulyar effektlər.

POLİMERLƏRİN RENTGEN-QURULUŞ ANALİZİ – polimerin quruluşunun bu üsulla analizi rentgen şüalarının difraksiyasına əsaslanır. Nümunənin üzərinə şüanın ilk dəstəsi düşdükdə difraksiya olunmuş şüalar meydana çıxır. Bu şüaların istiqaməti və intensivliyi öyrənilərək birləşmənin strukturu barədə məlumat toplanır.

Rentgen-quruluş analizinin köməyi ilə rabitələrin uzunluğu, onlar arasında bucaqlar müəyyən edilir, makromolekulun konformasiyası və kristalda makromolekulların qablaşması təyin olunur. Bu üsulla çox sayda polimer kristallarının elementar özləri və kristal halında makromolekulların konformasiyası müəyyən edilmişdir. Makromolekulun elementar manqalarının ölçüsü və sayına əsasən kristalların sıxlığı hesablanır. Polimerin eksperimental yolla təyin edilmiş sıxlığı kristallitlərin sıxlığından aşağı olur, çünki polimer nümunəsində az nizamlı, amorf, aşağı sıxlığa malik sahələr, məsamələr və digər qeyri-bircinsli sahələr mövcuddur.

Polimerin rentgen-quruluş analizi əsasən tənzimlənməmiş, istiqamətləndirilməmiş polimer nümunələrinin kristallaşma dərəcəsinə təyin etmək üçün istifadə edilir. Bu üsul bir çox polimerin rentgenqramlarında dar kristallik reflekslə yanaşı, nizamlanmamış amorf strukturlara xas difraksiyaları əks etdirən enli qalonun müşahidə edilməsinə əsaslanır. Kristallik reflekslərin intensivliyi kristallitlərin miqdarı ilə düz mütənasibdir, amorf qalonların intensivliyi isə nümunədə amorf hissənin ümumi miqdarından asılıdır. Refleks və qalonların intensivliyini müqayisə etməklə nümunənin kristallaşma dərəcəsi barədə mülahizə yürütmək olur.

Aşağı molekül kütləli birləşmələrin tədqiqi zamanı olduğu kimi amorf polimerlərin quruluşunu tədqiq edərkən rentgenoqrafik radikal paylanma üsulundan istifadə edilir. Bu üsulun mahiyyəti amorf hissənin intensivliyinin paylanma əyrisi üzərində furiyə dəyişikliyi etmək vasitəsilə radial paylanma əyrisinin alınması ilə müəyyən olunur. Bu əyri quruluşda hər hansı bir atom ətrafında sıxlığın necə dəyişməsinə göstərir. Radial paylanma əyrisinin təhlili makromolekulların konformasiyası və onların qarşılıqlı yerləşməsi barədə müəyyən nəticəyə gəlməyə imkan verir.

Rentgen şüalarının bucaqlar diapazonunda (ilk şüa dəstinə nəzərən saldıqda) bir neçə dəqiqədən bir neçə dərəcəyə kimi paylanması kiçik bucaqlı difraksiya adlanır. Difraksiya bucağı kiçik olduqca quruluşda müvafiq hissəciklər arasındakı məsafə bir o qədər böyük olur. Buna görə də kiçik bucaqlarda difraksiyanın tədqiqi ölçüsü onlarla və yüzlərlə anqstrom olan hissəciklərin qarşılıqlı yerləşməsi, ölçüsü və forması barədə məlumat toplamağa imkan verir.

POLİMERLƏRİN REOLOGİYASI polimer materialların deformasiya xassələrini öyrənən elmdir. Polimerlərin reologiyasının əsas vəzifəsi gərginliklər, deformasiyalar və onların zamanla dəyişməsi (reoloji hall tənliyi) arasında asılılığı müəyyən etməkdir.

Deformasiya davranışına görə mühitin növləri bunlardır: 1) ideal elastik cisim, deformasiya zamanı enerjinin paylanması (səpələnməsi) baş vermir; 2) deformasiya enerjisini qeyd etməyən

Nyuton mayesi. Halın məhdudlaşdırıcı reoloji tənlikləri müvafiq olaraq Huk qanunu ($\sigma = E \cdot \varepsilon$, burada σ dartılmanın biroxlu gərginliyi, ε nisbi deformasiya, E elastiklik modulu və ya Yunq modulu və Nyuton qanunudur ($\tau = \eta \cdot \dot{\gamma}$, burada τ - yerdəyişmə gərginliyi, η – sistemin özlürlüyü, $\dot{\gamma}$ – deformasiya sürətidir).

Polimerdə struktur dəyişikliyinə səbəb olmayan kifayət qədər kiçik gərginliklərdə və deformasiyalarda sistemin mexaniki gərginliyə reaksiyası bu təsirə düz mütənəsbdir və xətti tənliklərlə təsvir edilə bilər. Polimerin xətti və qeyri-xətti davranışı arasındakı sərhəd ixtiyaridir və yalnız tədqiq olunan nümunənin təbiəti ilə deyil, həm də seçilmiş ölçmə metodunun həssaslığı ilə müəyyən edilir. Digər bərabər şərtlərdə deformasiya, qeyri-xətti təsirlərin özünü aydın şəkildə göstərməyə başladığı şəraitdə qismən kristal və yüksək doldurulmuş polimer sistemləri üçün çox aşağı faizdən aşağı sıxlıqlı vulkanizasiya şəbəkəsi olan rezinlər üçün onlarla faizə qədər dəyişə bilər. Bərk polimerlərdə xətti yüksək elastik vəziyyətdən qeyri-xətti elastikliyə keçid onların orta molekul kütləsindən praktiki olaraq asılı deyil. Lakin axıcı sistemlər üçün bu göstərici orta molekul kütləsindən, polimerin molekul kütlə paylanmasından və məhluldakı miqdarından olduqca asılıdır.

Polimerin fiziki halından asılı olaraq özlü elastikliyin effekləri müxtəlifdir. Özlü axıcı vəziyyətdə olan polimerlər üçün ən vacib qeyri-xətti təsirlər aşağıdakılardır:

- özlürlüyün anomaliyası – effektiv özlürlüyün deformasiya sürətindən asılılığı

- tiksotrop effektlər kompleksi - deformasiya zamanı materialın mexaniki xassələrində dönmə dəyişiklikləri

- Vayssenberq effekti – axın zamanı normal qərginliyin yaranması.

Polimerlərin reoloji tədqiqat üsulları. Reologiyanın problemlərinə müxtəlif istehsal prosesləri, layihə işlərində və konstruksiyaya hesablamalarında müxtəlif materialların: kompozisiya, polimer sistemləri, neft məhsulları, gillər və digər quruntlar, dağ

mənşəli materiallar, tikinti materialları (beton-, silikatlar və s.), qida məhsullarının və s. işlənməsi zamanı rast gəlinir.

Reologiyada bir neçə bölmə var. Nəzəri reologiya (fenomen reologiya və ya makroreologiya) bütöv mühitin mexanikasının bir hissəsi hesab edilə bilər; o, hidromexanika ilə elastiklik, plastiklik və sürtünmə nəzəriyyələri arasında aralıq mövqə tutur. O, cismə təsir edən deformasiyalar və onların zamanla dəyişməsi nəticəsində yaranan mexaniki gərginliyin arasında asılılığı müəyyən edir. Materialın eynicinsliyi və davamlılığı haqqında mexanikanın adi fərziyyələrinə əsasən, nəzəri reologiya bərk cisimlərin, mayələrin və digər cisimlərin deformasiya və axmasının müxtəlif kənar məsələlərini həll edir. Bu zaman əsas diqqət materialın mürəkkəb reoloji davranışına, məsələn, özlü-elastik və ya özlü plastik xüsusiyyətlər eyni zamanda müşahidə olunduqda yönəldilir.

Polimerin vəziyyətinin ümumi reoloji tənliyi hələ ki, müəyyən edilməyib və tənlilər yalnız müəyyən xüsusi hallar üçün mövcuddur. Materialların reoloji davranışını təsvir etmək üçün mexaniki modellərdən istifadə olunur, bunun üçün elastik və özlü xüsusiyyətlərin kombinasiyası daxil olan müxtəlif differensial tənlilər tərtib edilir.

Reoloji modellərdən polimerlərin mexaniki xassələri, bərk cisimlərdə daxili sürtünmə və real cisimlərin digər xassələri öyrəniləndə istifadə olunur. Eksperimental reologiya (reometriya) xüsusi alətlərdən və sınaq maşınlarından istifadə etməklə birləşmələrin müxtəlif reoloji xassələrini müəyyən edir.

Sərbəst sönən sıçraşlar üsulu. Bu üsul nümunədə öz formasını sərbəst şəkildə bərpa edən bəzi deformasiyaların (çox vaxt müəyyən bucaq altında bükülür) yaradılmasına əsaslanır. Nümunənin sönən deformasiyalarının tezliyi və intensivliyinə əsasən elastikliyin modulu hesablanır. Bu üsul 1Hs-ə yaxın tezliklərdə işləyən müxtəlif fırlanma sarkaçlarının konstruksiyasının həllini həyata keçirir. Bu üsuldən mexaniki itkilərin temperaturdan asılılığını öyrənmək üçün də istifadə olunur.

Məcburi vibrasiya üsulu. Bu üsul gərginliyin sinusoidal qanuna görə və yaranan deformasiyanın zamanın funksiyası kimi dəyişməsinin ölçülməsindən ibarətdir. Bu metodun konstruksiya tərtibatı sərbəst sönən vibrasiya üsulundan daha mürəkkəbdir. Lakin o, geniş tezlik diapazonunda müxtəlif xüsusiyyətlərə malik polimer sistemləri üçün istifadə edilə bilər.

Rezonans rəqslər üsulu nümunənin təbii vibrasiyalar tezliyinə uyğun gələn harmonik həyəcanlanmaya, titrəyişlərə əsaslanır. Rezonans tezliyi həyəcanlandırıcı tezliyin rəvan dəyişməsi ilə müəyyən edilir. Rezonans vibrasiya üsulu sərt materiallarda (kristal, şüşə polimerlər, möhkəmləndirilmiş plastiklər və s.) istifadə olunur. Əsasən kombinə olunmuş nümunədən, sendviç şəklində hazırlanmış, qatları tədqiq olunan polimerdən və mexaniki xüsusiyyətləri əvvəlcədən məlum olan materialdan istifadə olunur.

Polimer reologiyasında perspektiv istiqamət - reoloji metodlarla digər fiziki üsulların uzlaşmasıdır, məsələn, reooptik tədqiqatların (polyarlaşmış işıqda nümunədə gərginliklərin və deformasiyaların inkişafının izlənməsi) müşahidə edilməsidir.

Polimer reologiyasında istifadə olunan alətlər və cihazlar tədqiqat obyektlərinin növünə, qarşıya qoyulmuş (müqayisəli və ya tədqiqat sınaqları) ölçmələrin avtomatlaşdırılması dərəcəsinə və s. görə fərqlənir.

POLİMERLƏRİN RƏQSİ SPEKTROSKOPİYASI – makromolekul obyektlərinin kimyəvi və fəza struktur xassələrini tədqiq edən fiziki metoddur. Bu metod polimer energetik spektrinin infraqırmızı sahəsində, yəni $\lambda \approx 1-25 \text{ mkm}$ dalğa uzunluğunda, elektromaqnit şüalanma sahəsi ilə qarşılıqlı təsirdə olma qabiliyyətinə əsaslanır. İstənilən makromolekulun mühüm fiziki göstəricisi – onun energetik halının spektridir və aşağıdakı makromolekuldaxili proseslərlə təyin edilir: elektronların hərəkəti (xüsusilə valent), atom nüvəsinin rəqsi və atom qruplarının tarazlıq vəziyyəti ətrafında makromolekulun bütöv düzxətli və fırlanma rəqsi hərəkətləri. Bu, elektromaqnit dalğa ($\lambda = 150-1000 \text{ nm}$) şkalasının ultrabənövşəyi və görünən sahəsində müşahidə olunur. Əldə olunmuş bir neçə makromolekuldaxili proseslərin nəticəsində,

enerjinin geniş diapazonda müşahidə olunan molekul spektrləri atom spektrlərindən xeyli mürəkkəb olur.

Birinci yanaşmada belə hesab etmək olar ki, makromolekulun enerjisi üç additiv hissədən – elektronlu, rəqsi və fırlanan hissədən ibarətdir. Belə bölümün mümkün olması nəzərdən keçirilən molekul daxili proseslərdə enerjinin mütləq kəmiyyətləri arasında çox böyük fərqin olması ilə şərtləndirilir. Müəyyən şəraitdə yuxarıda sadalanan bütün prosesləri onların bir-birinə təsirinə əhəmiyyət vermədən ayrılıqda öyrənmək olar. Atomun makromolekulda mürəkkəb rəqsi hərəkəti sadə harmonik rəqslərin sayının cəmi şəklində ifadə oluna bilər.

Tədqiqatın spektroskopiya metodu qarşısında duran məsələ - müşahidə olunan keçid enerjiləri və obyektin quruluşu arasında olan əlaqənin araşdırılmasıdır. Bu əlaqə birmənalı olduqca obyektin quruluşu barədə bir o qədər ətraflı məlumat əldə oluna bilər. Üzvi birləşmələrdə polimerlərin strukturunu tədqiq etmək üçün udulma spektrləri öyrənilir, yəni, verilən dalğa uzunluğunda düşən işıq enerjisinin hansı hissəsinin tədqiq olunan maddədən keçərkən udulması təyin edilir. Polimerlərin rəqsi udulma spektrləri İQ- və işığın kombinasiyon səpələnməsi spektroskopiyası (KS-spektroskopiyası) metodları ilə əldə oluna bilər. İQ-udulma sisteminin elektrik dipol momentinin dəyişməsi ilə izah olunur. KS-efekt isə - həmin atomlar sisteminin rəqsi zamanı elektrik polarlaşmasının dəyişməsi ilə izah olunur. Polimerlərin İQ-spektrlərinin qeydiyyatı üçün bərk nümunələrdən, məsələn, plyonkalar, KBr həblər, vazelin yağında suspenziyalar və nazik liflər, həmçinin məhlullardan istifadə olunur. İQ-spektroskopiyanın mühüm texnoloji cəhəti polimerlərin kristallaşma dərəcəsinin öyrənilməsidir. Müxtəlif temperaturlarda bir sıra ölçmələri yerinə yetirmək lazım olduqda bu metod xüsusilə sərfəlidir.

POLİMERLƏRİN ŞAXTAYA DAVAMLILIĞI –materialların aşağı temperaturlarda özünün istismar xassələrini qoruyub saxlamaq qabiliyyətidir. Şaxtaya davamlılıq – kövrəkliyin olmamasıdır. Elastomerlər üçün şaxtaya davamlılıq – aşağı tempera-

turlarda yüksək elastikliyin saxlanması deməkdir. Praktiki məqsədlər üçün nəinki yalnız şaxtaya davamlılıq temperatur sərhəddi, habelə həmin temperaturda polimerin bu və ya digər xassələrinin qorunub saxlanma dərəcəsi vacibdir. Materialın istər “iş” şəraiti, istərsə də, onun ilkin xassələri ilə bağlı materiala qarşı irəli sürülən tələblərdən asılı olaraq, şaxtaya davamlılıq kriteriyası müxtəlif ola bilər. Şüşəyə bənzər polimerlər üçün şaxtaya dözümlülük – kövrəkliyin olmamasıdır. Yüksək elastiki polimerlər üçün kövrəkliyin olmaması ilə yanaşı deformasiyanın məhdud azalması və ya bərkliyin məhdud artımı, bərpa olunmanın saxlanması, kristallaşmanın baş verməməsi əsas tələblər sayılır. Beləliklə, elastomerlər üçün şaxtaya davamlılıq yüksək elastikliyin saxlanmasıdır. Ona görə də, şüşəyə bənzər polimerlər üçün şaxtaya davamlılığın temperatur həddi – kövrəklik temperaturu olduğu halda, elastomerlər üçün - şüşələşmə temperaturudur. Şaxtaya davamlılıq miqdarı şəkildə mexaniki xassələrin hər hansı göstəricisinin aşağı və otaq temperaturunda nisbətilə (məsələn, nümunənin eyni yük altında deformasiya nisbəti və ya eyni deformasiya yaratmaq üçün lazım olan yük miqdarının nisbəti) təyin olunan əmsalla və ya hər hansı xassəni tələb olunan səviyyədə saxlayan ən aşağı temperatur göstəricisi ilə xarakterizə olunur.

Texniki və nəzəri şaxtaya davamlılığı fərqləndirmək lazımdır. Texniki şaxtaya davamlılıq dedikdə, polimer materialların müəyyən müddət ərzində aşağı temperaturda istismar xassələrini saxlamaq qabiliyyəti nəzərdə tutulur. Yəni, deformasiyanın verilən kəmiyyətini və ya dağılmaya qarşı davamlılığını təmin etmək lazımdır. Nəzəri şaxtaya davamlılıq dedikdə isə makromolekul zəncirinin seqmental mütəhərrikliyi nəzərdə tutulur. Bu zaman polimer nümunələrin dağılmasını istisna edən deformasiya qüvvələrinin təsiri ilə polimerdə kiçik relaksasiya prosesləri meydana gəlir. Məhz buna görə, çox zaman polimerin şaxtaya davamlılığı deyil, ondan alınan məmulatın şaxtaya davamlılığı böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Polimerlərin modifikasiya tiplərini, yəni onlarda fiziki-kimyəvi və ya kimyəvi xassələrin istiqamətli şəkildə dəyişməsinə üç qrupa bölmək olar:

– polimerin kimyəvi tərkibi və orta molekul kütləsi dəyişmədən, polimerin fiziki-mexaniki xassələrini dəyişməyi nəzərdə tutan, struktur modifikasiyası;

– polimerin tərkibinə onunla qarşılıqlı təsirdə olma qabiliyyətinə malik maddələr, o cümlədən yüksək molekullu birləşmələr daxil edərək modifikasiyanın həyata keçirilməsi;

– kimyəvi modifikasiya – polimerin kimyəvi tərkibinin və onun orta molekul kütləsinin dəyişməsi ilə müşayiət olunan, kimyəvi və fiziki agentlərin polimerə təsiri, həmçinin sintez mərhələsində əsas monomerlə sopolimerləşmə və ya sopolikondensləşməyə daxil olan az miqdarda maddənin əlavə edilməsi.

Amorf polimerlərin saxtaya davamlılığını artırmağın əsas yolları aşağı molekullu və polimer plastifikatorlarla plastifikasiyasıdır. Kristal polimerlərdə isə - sopolimerləşmə və modifikasiya yadır, yəni, onların aşağı molekullu modifikatorlarla qarşılıqlı təsiri ilə polimerlərin xassələrinin dəyişdirilməsidir.

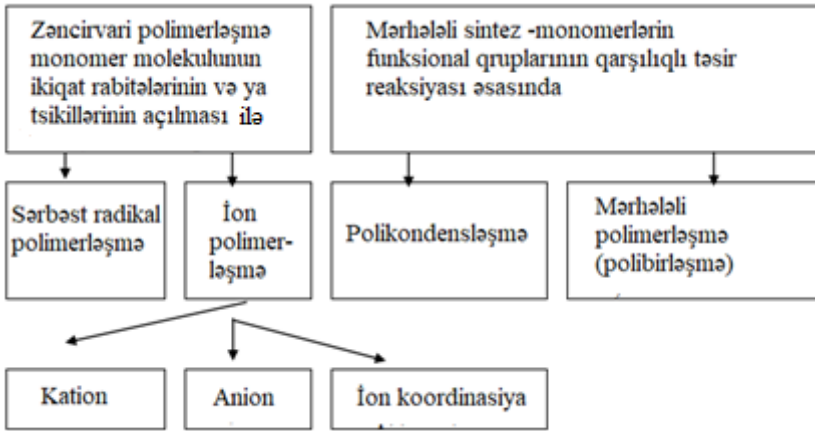
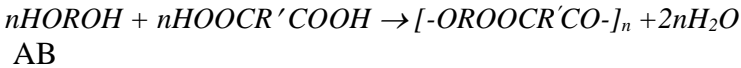
POLİMERLƏRİN SİNTEZ ÜSULLARI ÜZRƏ TƏSNİFATI. Bu təsnifata görə polimerlər iki böyük qrupa bölünür və hər bir qrup yalnız ona xas olan qanunauyğunluqlarla səciyyələnir.

A qrupunun prosesləri çoxlu sayda monomer molekulların bir-biri ilə xətti, şaxəli zəncir və ya torlu struktur əmələ gətirməklə birləşmə reaksiyalarıdır. İlkin monomerlərin və alınan polimerlərin elementar tərkibi eynidir, yəni zəncirvari polimerləşmə reaksiyası nəticəsində hər hansı bir aralıq, aşağı molekullu məhsulun ayrılması baş vermir.

B qrupunun prosesləri çoxlu sayda monomer molekulu və ya oliqomer makromolekullarının funksional qruplarının qarşılıqlı təsir reaksiyası ilə xətti, şaxəli və ya torlu strukturlar əmələ gətirməklə bir-biri ilə birləşmə reaksiyalarıdır. Bu funksional qrupların qarşılıqlı təsirinin hər bir mərhələsi aşağı molekullu məhsulun ayrılması ilə (polikondensləşmə) müşayiət olunur və ya onlarda

atomların və atom qruplarının məhsul ayrılmadan davamlı molekulyar struktura çevrilməsi baş verir (pilləli polimerləşmə).

Polikondensləşmə. Bi- və ya polifunksional birləşmələrdən polimerlərin əmələ gəlmə prosesi polikondensləşmə adlanır. Adətən bu proses aşağı molekullu aralıq maddənin (su, spirt, hidrogen halogenlərin və s.) ayrılması ilə müşayiət olunur. Qlikoldan və dikarbon turşusundan mürəkkəb poliefirlərin sintezi - polikondensləşməyə bariz misaldır:



Polimerlərin sintez üsullarının təsnifatı

Prosesdə minimum mümkün ola bilən sayda monomerlər iştirak edərsə, proses homopolikondensləşmə adlanır.

Polikondensləşmədə bu reaksiya üçün vacib olan monomerlərdən başqa, heç olmazsa daha bir monomer iştirak edərsə, proses birgəpolikondensləşmə adlanır.

Polikondensləşmə zamanı makromolekullar sərbəst radikal və ya ion tipli həyəcanlanmış zərrəciklərin iştirakı olmadan, monomerlərin funksional qruplarının molekulyar qarşılıqlı təsiri ilə reaksiyaya girir. Aralıq məhsul – müxtəlif molekul kütləli oliqomerlərin qarışığı – reaksiyanın istənilən mərhələsində ayrıla bilər.

Hal-hazırda pilləli polimerləşmə və polikondensləşmə terminləri fərqləndirilmir.

Yalnız bifunksional molekulların iştirakı ilə gedən, nəticədə xətti makromolekullar əmələ gələn polikondensləşmə *xətti polikondensləşmə* adlanır.

Polikondensləşmədə üç və daha artıq sayda funksional qruplu molekullar iştirak edərsə və bu zaman üç ölçülü, fəza quruluşlu strukturlar əmələ gələrsə, o zaman proses *üçlü polikondensləşmə* adlanır.

Polikondensləşmə istər duru homogen sistemlərdə, istərsə də heterogen sistemlərdə həyata keçirilə bilər.

Polikondensləşmənin ümumi sxemini aşağıdakı şəkildə təsvir etmək olar:



burada M_i , M_j və M_{i+j} - müvafiq olaraq, i , j və $i+j$ saydır, belə ki, i və j istənilən ədəd, o cümlədən vahid ola bilər. Sxemdən gördüyü kimi, polikondensləşmə zamanı müxtəlif monomerlərin reaksiyaya daxil olan qrupları əvvəlcə bir-biri ilə qarşılıqlı təsirdə olur və dimerlər alınır. Bu dimerlər də monomerlərlə və ya dimerlərlə qarşılıqlı təsirdə olaraq, müvafiq surətdə trimerlər və ya tetramerlər və s. əmələ gətirir. Beləliklə, proses getdikcə daha uzun zəncirli məhsullar əmələ gəlir. Bundan fərqli olaraq, polimerləşmədə i -merin fəal sonluğuna yalnız monomer molekulları birləşir, yəni, proses aşağıdakı sxem üzrə gedir:



(1) sxemi üzrə gedən reaksiyaların çoxu aşağı molekullu məhsulların ayrılması ilə müşayiət olunur. Polikondensləşmə prosesini müəyyən edərəkən xarici təzahürə deyil, böyüyən zəncirin spesifikasına əsaslanmaq daha düzgün olar. Bu, aşağıdakı kimi ifadə olunur: polikondensləşmə - polimerlərin bi- və yaxud poli-funksional birləşmələrdən sintez prosesidir. Bu zaman makromolekulların böyüməsi - monomer molekullarının bir-biri ilə və reaksiyanın gedişi zamanı toplanan makromerlərlə kimyəvi qarşılıqlı təsir reaksiyası və həmçinin n -mer molekullarının öz arala-

rında qarşılıqlı təsiri ilə baş verir. Termodinamik xarakteristikalara uyğun olaraq, polikondensləşmə reaksiyaları dönən (tarazlıqlı) və dönməyən (qeyri-tarazlıqlı) olmaqla fərqlənir.

Aralıq məhsullar ayrılmadan və ya ayrılmaqla gedən polikondensləşmə prosesi üçün polikondensləşmə tarazlıq əmsalını aşağıdakı nisbətlə ifadə etmək olar:

$$K = \frac{[X]}{[A] \cdot [B]}; K = \frac{[X] \cdot [Z]}{[A] \cdot [B]};$$

burada, $[A]$ və $[B]$ – reaksiyaya girməyən funksional qrupların tarazlıq qatılığı; $[X]$ – polikondensləşmə nəticəsində yaranan rabitələrin tarazlıq qatılığı; $[Z]$ – aralıq məhsulların reaksiya sistemindeki qatılığıdır.

Reaksiyanın başa çatma dərəcəsi və makromolekulların orta uzunluğu reagentlərin və reaksiya məhsullarının proses şəraitində tarazlıq qatılıqları ilə məhdudlaşarsa, polikondensləşmə tarazlı adlanır. Adətən bu, $K=10-20^2$ olan proseslər üçün səciyyəvidir. $K \geq 10^3$ olduqda poliokondensləşmənin başa çatma dərəcəsi və polimerin orta molekul kütləsi adətən termodinamik deyil, kinetik amillərlə məhdudlaşdırılır. Belə polikondensləşmə qeyri-tarazlı adlanır. Nəzərə almaq lazımdır ki, bu halda istifadə olunan terminin mənası klassik termodinamik kimyada qəbul edilən kəmiyyətdən fərqlənir və K prosesin dönən olduğunu xarakterizə edir. Ona görə, tarazlı polikondensləşməni - dönən, qeyri-tarazlı polikondensləşməni isə - dönməyən adlandırmaq məqsədəuyğundur.

Ən geniş yayılmış polikondensləşmədə – öz aralarında qarşılıqlı təsirdə olmaq qabiliyyətinə malik olmayan, tərkibi eyni funksional qruplardan ibarət monomerlər reaksiyaya girdikdə polimerlərin orta molekul kütləsi götürülən monomerlərin mol nisbətindən asılı olur. Monomerlərdən biri artıq götürüldükdə, polikondensləşmə digər monomer tam reaksiyaya girənə qədər davam edir. Bu halda əmələ gələn makromolekul zəncirinin sonunda artıq miqdarda götürülmüş monomerə uyğun olan funksional qruplar olacaqdır. Bu isə, polikondensləşmə prosesinin dayanmasına gətirib çıxarır.

Yüksək molekullu məhsullar almaq üçün ilkin monomerlərin ekvimolekulyar nisbətinə riayət etmək və aşağı molekullu aralıq məhsulları reaksiya mühitindən kənarlaşdırmaq lazımdır.

Molekulunda heç olmazsa, iki funksional qrup saxlayan istənilən birləşmələr polikondensləşmə üçün monomer ola bilər. Tərkibində eyni funksional qruplar saxlayan, reaksiyada öz aralarında qarşılıqlı təsirdə olmaq qabiliyyətinə malik ola bilməyən monomerlər – məsələn, diaminlər, dikarbon turşuları və onların törəmələridir. Tərkibində müxtəlif funksional qruplar saxlayan, bir-biri ilə qarşılıqlı təsirdə olmaq qabiliyyətinə malik olan monomerlər - məsələn, oksitürşular, amintürşulardır. Tərkibi eyni olan və reaksiya şəraitində bir-biri ilə qarşılıqlı təsirdə ola bilən funksional qruplar – məsələn, qlikollardır.

Polikondensləşmə ərintidə (bax. Ərintidə polikondensləşmə) və məhlulda (bax. Məhlulda polikondensləşmə) aparılır.

POLİMERLƏRİN SİNTEZİNİN TƏSNİFATI – polimerlərin sintez üsullarının qeydiyyatıdır. Polimerlərin sintez üsullarının bir-neçə təsnifatı mövcuddur.

Makromolekulların əsas zəncirinin tərkibi üzrə polimerlərin təsnifatı (daha geniş yayılmışdır):

– yüksəkmolekullu karbozəncirli birləşmələr (YMB) - əsas polimer zənciri yalnız karbon atomlarından təşkil olunmuşdur;

– heterozəncirli YMB - əsas polimer zənciri, karbon atomlarından başqa heteroatomlar saxlayır (oksigen, azot, fosfor, kükdür və s.);

– elemen-tüzvi YMB – makromolekulun əsas zənciri təbii üzvi birləşmələrin tərkibinə daxil olmayan elementlər saxlayır (Si, Al, Ti, B, Pb, Sb, Sn və s.).

Zəncirin quruluşundan, rabitələrin təbiətindən, əvəzedicilərin sayından və təbiətindən, yan zəncirlərdən asılı olaraq hər bir sinif ayrı-ayrı qruplara bölünür. Bundan başqa, heterozəncirli birləşmələr- heteroatomların təbiəti və miqdarı nəzərə alınaraq, element-üzvi polimerlər isə-karbohidrogen halqalarının silisium, titan, alüminium və digər atomlar ilə uzlaşmasından asılı olaraq təsnifatlanır.

Polimerlərin makromolekulların quruluşu üzrə təsnifatı - Makromolekullar xətti, şaxəli və üçölçülü fəza strukturuna malik ola bilər.

Xətti YMB xətti struktura malik makromolekullardan ibarətdir. Belə makromolekullar şaxələnməmiş uzun zəncir boyu birləşmiş monomer halqalarından (-A-) ibarət olur:

$nA \quad (...-A -A-...)m + (...-A-A-...)R + \dots, ?$ burada (...-A -A-...) – müxtəlif molekul kütləsinə malik polimer makromolekullarıdır.

Şaxəli polimerlər – makromolekulların əsas zəncirində nisbətən qısa, həm də təkrarlanan monomer halqalarının şaxələrinin olması ilə səciyyələnir.

Polimerlərin qızdırıldıqda özünü necə aparması üzrə təsnifatı.

Termoplastiklər – xətti və ya şaxəli quruluşa malik polimerlərdir. Xassələri dəfələrlə qızdırdıqda və soyutduqda dönəndir.

Termoreaktiv polimerlər - bəzi xətti və şaxələnməmiş polimerlərdir. Qızdırdıqda makromolekullar aralarında baş verən kimyəvi qarşılıqlı təsirin nəticəsində bir-biri ilə birləşir, bu zaman möhkəm kimyəvi rabitələr hesabına torvari fəza strukturları əmələ gəlir. Qızdırdıqdan sonra termoreaktiv polimerlər adətən ərimir və həll olurlar - dönməyən bərkimə prosesi baş verir.

Yanma üzrə təsnifat. Bu təsnifat bir qədər təxminidir. Belə ki, alovlanma və materialların yanması nəinki materialın təbiətindən, həmçinin alışıran, yandıran mənbənin temperaturundan, alovlanma şəraitindən, məmulatın formasından və ya konstruksiyasından və s. asılıdır. Bu təsnifata görə, polimer materiallar yanar, çətin yanan və yanmayan materiallara bölünür. Yanar materiallardan çətin alovlananlar, onlardan isə çətin yananlar-öz-özünə sönmələr fərqləndirilir.

Polimerlərin alınma üsulu üzrə (mənşəyi) təsnifatı:

– təbii (zülallar, nuklein turşuları, təbii qatranlar) (heyvan və bitki mənşəli);

– sintetik (polietilen, polipropilen və s.);

– süni (təbii polimerlərin kimyəvi modifikasiyası, sellülozanın efirləri);

Üzvi və qeyri-üzvi polimerlər:

– qeyri-üzvi polimerlər: kvars, silikatlar, almaz, qrafit, korund, bor karbidi və s.

– üzvi polimerlər: kauçuklar, sellüloza, nişasta, üzvi şüşə və s.

POLİMERLƏRİN SIXLIĞI – birləşmənin vahid həcmdə kütləsidir. Sıxlıq – cismin kütləsinin bu cismin həcminə nisbəti ilə müəyyən olunan skalyar fiziki kəmiyyətdir. Sıxlıq, adətən yunan hərfi ρ (ro) ilə işarə olunur.

Polimerin sıxlığı makromolekulun quruluşu, zəncirin orta uzunluğu, kristallaşma dərəcəsi və digər faktorlardan asılıdır. Sıxlığın makrozəncirin orta uzunluğundan – Z_n asılılığı aşağıda verilmiş tənliklə ifadə olunur:

$$\frac{1}{\rho} = g + \frac{h}{Z_n}$$

burada, g və h sabit kəmiyyətlərdir.

Polimerlərin sıxlığı q/sm^3 və ya kq/m^3 ifadə olunur. Polimerin sıxlığı piknometr üsulu ilə təyin edilə bilər.

POLİMERLƏRİN STABİLLƏŞDİRİLMƏSİ - aqressiv mühitin təsiri zamanı polimerlərin davamlılığını artırmaq üsuludur.

Müdafiə təsiri üzrə stabilizatorları aşağıdakı əsas siniflərə bölmək olar: antioksidantlar (bax, Antioksidantlar), antiozonantlar (bax, Antiozonantlar), işıq stabilləşdiriciləri (bax, Işıq stabilləşdiriciləri).

POLİMERLƏRİN ŞÜŞƏLƏŞMƏ TEMPERATURU – polimerin soyudulma zamanı yüksək elastik və ya özlü axıcı halda şüşəvari hala keçmə temperaturudur. Bu keçid onlarla dərəcəyə çatan temperatur intervalında həyata keçdiyi üçün şüşələşmə temperaturu onu şərti xarakterizə edir və soyudulma sürətindən və onun təyini üsulundan asılıdır.

Şüşələşmə temperaturu (T_s) – polimer materialının vacib istismar xassəsidir, belə ki, o plastik kütlələrin istiliyə davamlılığının

yuxarı həddinə, kauçuk və rezinlərin şaxtaya davamlılığının aşağı həddinə bərabərdir.

Şüşələşmə temperaturu polimerin tərkibindən və quruluşundan aslıdır. Şüşələşmə temperaturunun ən aşağı göstəricisi elastik makromolekullu qeyri-polyar polimerlərə xasdır. Amorf və kristallik fazaların ayrılması mümkün olmadığından yüksək kristallik polimerlərin şüşələşmə temperaturunu təyin etmək bir qədər çətinidir.

Daxili sərtliyə malik polimer molekul sistemləri üçün T_2 kritik temperatur olmalıdır. Bu temperaturda həddən artıq soyudulmuş maye polimerin polyar konformasiya entropiyası minimum həddə çatır, T_2 -də keçid ikinci növ tarazlıq termodinamiki keçid olur. Şüşələşmə ikinci növ faza keçidləri ilə ümumi olan bir neçə əlamətə malikdir. Bir sıra hallarda şüşələşmə zamanı *sis*- və *trans*-dönən izomerlərin kəskin yerdəyişməsi müşahidə olunur.

Şüşələşmə nəzəriyyəsinə görə polimer yüksək elastik halda doymuş, şüşəvari halda isə “məsamələr”lə həddən artıq doymuş məhlul kimi qiymətləndirilir. Belə yanaşma T_g -nin polimerləşmə dərəcəsi, plastifikatorun miqdarından, makromolekullararası eninə rabitələrin qatılığından və tərkibdən (birgəpolimerlər üçün) asılılığına aydınlıq gətirir.

Bəzi polimerlərdə bir neçə şüşələşmə intervalının mövcudluğu bir-biri ilə makromolekullararası rabitələrin enerjisi ilə fərqlənən müxtəlif quruluşların olması ilə bağlı ola bilər. Məsələn, *izo-izo*, *izo-sindio* və *sindio-sindio* makromolekullararası rabitələrin parçalanması, ehtimal ki, izotaktik və sindiotaktik polimetilmetakrilat qarışığının şüşələşməsində üç temperatur intervalının olmasını izah edir.

Makromolekullararası qarşılıqlı təsirin T_g -yə təsiri polyar polimerlərdə daha aydın nəzərə çarpır. Əsas zəncirin polyarlığının artması ilə T_g bir qayda olaraq artır.

Fazaya görə bircinsli olan bərk və maye birgəpolimerlər və polimer qarışıqları həcm bütünü nöqtələrində eyni T_g göstəricisi

ilə xarakterizə olunurlar. Lakin birgəpolimerlərin və polimer qarışıqlarının daxilində tərkibinə görə bir-birindən fərqlənən mikrosahələr olur. Bu sahələrin ölçüləri onlarca anqstremdən artıq deyilsə, onda ola bilsin ki, bu T_g -nin dispersiyasına gətirib çıxarır.

Polimerdə daha böyük mikrosahələrin mövcudluğu şüşələşmənin temperatur intervalının genişlənməsi və hətta onun iki və ya bir neçə intervala bölünməsi ilə müşayiət edilir.

Amorf-kristallik polimerlərin şüşələşməsi - makromolekulların nizamsız yerləşmiş (amorf) sahələrinin yüksək elastik haldan şüşələşmiş hala keçididir. Əgər amorf sahələrin orta ölçüsü kifayət qədər böyükdürsə (məsələn, 10^3 anqstremdən yuxarıdırsa), onda polimerə iki fazalı sistem kimi baxmaq olar və onun şüşələşməsi amorf polimerin şüşələşməsindən çox da fərqlənməməlidir.

Amorf-kristallik polimerlərin T_g -na əsasən onların quruluş xüsusiyyətləri təsir edir. Kristallaşma amorf sahələrdə makromolekulların orientasiyası ilə getdikdə T_g artır. Mikroçatların və ya məsamələrin əmələ gəlməsi ilə quruluşun dağılması T_g -nin azalmasına gətirib çıxarır. Kristallaşma və saxlama zamanı onların tədricən kristallitdən sıxışdırıb çıxarılması nəticəsində amorf sahələr şaxəli makromolekullarla və aşağı molekullu fraksiyalarla zənginləşir, bu isə T_g -ni həm artırır, həm də azalda bilər. Miqdarı kristallaşma şəraitindən asılı olan keçid zəncirlərinin amorf sahələrdə mövcudluğu makromolekulyar relaksasiyanı çətinləşdirir və T_g -nin artmasına gətirib çıxarır. Bir sıra hallarda birgəpolimerlərin kristallığı onların T_g göstəricisinin tərkibdən mürəkkəb asılılığına gətirib çıxarır.

Polimerin orta molekul kütləsinin (M) kiçik qiymətlərində polimer qızdırılma zamanı şüşəvari haldan sırf özlü axıcı hala keçdikdə M artdıqca şüşələşmə temperaturu da artır. M kəmiyyəti makromolekulun statik seqmentinin M qiymətinə çatan kimi şüşələşmə temperaturu praktiki olaraq M -dən asılı olmur.

Plastifikatorun daxil edilməsi polimerin şüşələşmə temperaturunu mol və ya həcm payından asılı olaraq aşağı salır, amma bir sıra hallarda bu qaydalar yerinə yetirilmir.

Doldurucunun daxil edilməsi adətən şüşələşmə temperaturunun artmasına gətirib çıxarır, lakin onun kiçik qatılığında şüşələşmə temperaturu azala da bilər.

Şüşələşmə temperaturu polimerə olan təsirin tezliyindən və intensivliyindən nəzərə çarpacaq dərəcədə asılıdır. Buna görə şüşələşmə temperaturunu müxtəlif üsullarla təyin etdikdə alınan nəticələr üst-üstə düşməyə bilər. Statik üsullarla təyin edilmiş şüşələşmə temperaturu həmişə dinamik üsullarla təyin edilmiş temperaturdan aşağı olur. Statik üsullara termomekaniki üsul, statik rəlaksasiya üsulları (sürüşmənin və rəlaksasiya gərginliyinin ölçülməsi), dilatometriya, kalorimetriya, radio-termolüminessensiya və s. aid edilir. Dinamik üsullara isə Aleksandrov-Lazurkinin tezlik-temperatur üsulu, dielektrik üsulu, NMR, EPR və s. aid edilir.

POLİMERLƏRİN SUYA DAVAMLILIĞI - polimerlərin uzun müddət suyun təsirinə məruz qalması zamanı öz xüsusiyyətlərini saxlamaq qabiliyyətidir. Su, polimerlə təmasda olduqda, diffuziya yolu ilə səthdən materialın dərinliyinə yayılır; bu zaman polimerlərin şişməsi baş verir (poroplastlar suyu şişmədən udmaq qabiliyyətinə malikdirlər). Suyun udulması bəzən materialın formasının dəyişməsinə, möhkəmlik göstəricilərinin, dielektrik xassələrinin azalmasına və s. səbəb olur. Suda həll olan inqrediyentlərin (plastikləşdiricilər, stabilizatorlar və s.) su ilə ekstraksiyası nəticəsində polimer materialların quruluşu və xassələri dəyişə bilər.

Polimer materiallar suya davamlılıqla yanaşı həmçinin nəmə davamlılıqla xarakterizə olunurlar – bu, onların uzun müddət nəmli hava təsirinə məruz qaldıqda öz xassələrini saxlamaq qabiliyyətidir.

POLİMERLƏRİN TERMOLÜMINESSENSİYASI – polimerlərin qızdırılması zamanı əmələ gələn lüminessensiya"dır. Termolüminessensiyanın əmələ gəlməsi üçün birləşməni qabaqcadan stimullaşdırmaq lazımdır: ionlaşdırıcı şüalanma ilə – γ -şüalarla, sürətli elektronlar və protonlarla (radiotermolüminessensiya), ultrabənövşəyi işıqla (fototermolüminessensiya), mexaniki təsir ilə (mexanotermolüminessensiya) və s. Makromolekulların kimyəvi reaksiyalarda (termoxemilüminessensiya) elektron-

həyacanlı hallarının əmələ gəlməsi ilə bağlı olan stimullaşdırılmamış termolüminessensiya da mümkündür. Maye azot temperaturunda (77K) γ -şüalarla və ya sürətli elektronlarla stimullaşdırılmış termolüminessensiya daha yaxşı tədqiq olunmuşdur. γ -Şüaların təsiri zamanı cüt elektronların əmələ gəlməsi ilə makromolekulların ionlaşması baş verir. Elektronların stabilləşməsinə səbəb onların “tələ”lərlə tutulmasıdır, “Tələ” kimi makromolekullararası qarşılıqlı təsirin potensial sahəsində çalaya bənzər makromolekullararası boşluqlar, ayrı-ayrı funksional qruplar və elektrona müsbət uyğunluğa malik makroradikallar nəzərdə tutulur. Qızdırılma zamanı molekulyar çevikliyin artması ilə elektronların “tələ”lərdən azad olması və onların ionlarla rekombinə olması baş verir. Bu zaman elektron-həyacanlı hissəciklər əmələ gəlir ki, onların əsas hala keçidi 100-300K həddində müşahidə olunan intensiv işıq saçma ilə müşayiət olunur. Digər proseslərlə – radikalların rekombinə olması, molekulyar radikalların oksidləşməsi, molekulyar məhsulların radiolizi və s. ilə əlaqədar olan işıq saçmalar bir neçə tərtib zəif olur. Radiotermolüminessensiyanın ən intensiv maksimumlarından biri β maksimumdur, o, makromolekulun seqment çevikliyi ilə bağlı olub, şüşələnmə temperaturu ilə bir neçə dərəcə dəqiqlik ilə üst-üstə düşən temperaturda yerləşir. Radiotermolüminessensiya əyrisinin görünüşü polimerin quruluşuna (makromolekulyar orientasiya, kristallıq dərəcəsi, tikilmə dərəcəsi və s.) və nümunənin xassələrinə çox həssasdır; bu isə vulkanlaşma, plastifikasiya, istiqamətlənmə və digər proseslərin tədqiqi zamanı, həmçinin polimerlərin identifikasiyasında radiotermolüminessensiya üsulunu geniş istifadə etməyə imkan yaradar.

POLİMERLƏRİN TERMOQRAVİMETRİYASI – polimerin kütləsinin temperaturun təsirindən dəyişməsi ilə müşayiət olunan fiziki və kimyəvi çevrilmələrin tədqiqi üsuludur. Termoqravimetriyanın bu üsulunun mahiyyəti polimerin termiki çevrilmələri zamanı onun kütləsinin dəyişməsinin qeydiyyatından ibarətdir.

Polimerlərin termoqravimetriyasının iki tədqiq üsulu mövcuddur: *izotermiki üsul* – sabit temperaturda, və *dinamik üsul* –

temperaturun zamanla dəyişməsi (qızdırılmanın sabit sürətində) şəraitində. *Dinamik termoqravimetriya* polimerlərin termiki və termooksidləşdirici destruksiyasına qarşı davamlılığının müqayisəli qiymətləndirilməsi və buna müxtəlif faktorların təsirinin aşkar edilməsi üçün istifadə olunur. Bir qayda olaraq parçalanmanın başlanğıc temperaturu 5%, 10% və ya hər hansı digər kütlə itkisinə temperatur göstəriciləri ilə müqayisə edilir. Parçalanma temperaturlarının qiyməti qızdırmanın sürətindən, nümunənin formasından (böyük nümunələr üçün) asılıdır. Buna görə belə tədqiqatları tam sabit şəraitlərdə aparırlar. Termoqravimetriya fiziki və kimyəvi çevrilmələrin kinetikasının tədqiqi üçün istifadə edilir. Dinamik termoqravimetriyanın üstünlüyü – bir sıra ardıcıl çevrilmələrin izlənməsi və ayrılmasının mümkünlüyü və çevrilmələrin başlanğıc mərhələsinin dəqiq analizinin mümkün olması ilə müəyyən olunur.

Destruksiyanın mexanizmini tam dəqiq tədqiq etmək üçün termoqravimetriya və differensial termiki analiz üsullarından birgə istifadə edilməsi daha məqsədəuyğundur.

POLİMERLƏRİN TEXNOLOGİYASININ TƏSNİFATI – polimerlərin sintezinin texnoloji proseslərinin diqqətə alınmasıdır. Faza halına görə, homogen və heterogen proseslər fərqləndirilir. Heterogen sistemlərdən fərqli olaraq, homogen sistemlərdə adətən reaksiyanın sürəti yüksəkdir, mexanizm sadədir və əgər reaksiya məhlulda gedirsə, prosesi idarə etmək asandır. Prosesin sürəti reagentlərin reaksiya zonasına diffuziyasının sürəti ilə müəyyən edilir. Diffuziya sürəti monomerlərin qatılıq funksiyasıdır. Bundan əlavə, prosesin temperaturu, üzvi həlledicinin təbiəti, polimerin şişməsi və həssaslığı diffuziyanın sürətinə təsir edir. Prosesin parametr göstəricilərinə görə, aşağı və yüksək temperaturlu reaksiyalar fərqləndirilir. Polikondensləşmə prosesləri geri dönmə və dönməyən ola bilər. Prosesləri həyata keçirməyin iki hidrodinamik rejimi mövcuddur: ideal əvəz olunma; ideal kənarlaşdırma. Sənaye reaktorlarında aralıq hidrodinamik rejimlər realizə olunur. Lakin reaktorların iş rejiminin

müqayisəsi və prosesin riyazi modelinin işlənilib hazırlanması zamanı ilkin mərhələdə ideal qarışma rejimi (İQR) və ya ideal kənarlaşma rejiminin ehtimal olunması (İKR) mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

İdeal qarışma rejimi üçün reaksiya qarışığının (mühitinin) aparatın bütün həcmində, yəni başlanğıc monomerlərin verilməsindən polimer məhsulların kənarlaşdırılma yerinə kimi reagentlərin qatılığının eyni olduğu təqdirdə güclü turbulizasiya xarakterikdir. İKR –də ilkin qarışıq reaksiya məhsulları ilə qarışdırılır, aparatın uzunluğu və yaxud hündürlüyü boyunca laminar axınla keçir. Monomerin və polimerin qatılığının axın istiqamətində aramla dəyişməsi baş verir.

İzotermik və adiabatik proseslər temperatur rejimi üzrə fərqləndirilir. Adiabatik proseslər üçün (İKR-də mümkündür) temperatur reaksiyanın istilik effektindən asılı olaraq, monomerin çevrilmə dərəcəsinə düz və ya tərs mütənəsib olaraq dəyişir. Belə ki, proses ətraf mühitlə istilik mübadiləsi olmadan həyata keçirilir.

Politermik reaktorlarda istilik reaksiya zonasına qismən verilir və ya kənarlaşır. Bu halda temperatur rejimi reaktorun uzunluğundan və ya hündürlüyündən mürəkkəb asılılıq şəklində ifadə olunur. Yüksək təzyiqli polietilenin boru şəkilli reaktorda və qarışdırıcı reaktorda alınma prosesini nəzərdən keçirək. Müəyyən xəta ilə birinci prosesi İQR, ikincini İKR-ə aid etmək olar. Bu reaktorların işini müqayisə etsək, İKR –də proses İQR –lə müqayisədə daha məhsuldardır. Lakin reaktorun uzunluğunu artırmaqla, habelə etilenin təzə porsiyalarının çox zonalı verilməsini həyata keçirməklə İQR-in məhsuldarlığını artırmaq olar. Boruvari reaktorun uzunluğu 1 km çata bilər. Ümumilikdə reaktorların məhsuldarlığını reaksiya zonasının eyni həcmində və yaxud monomerlərin müəyyən konversiya dərəcəsinə reaktorların həcmlərinin müqayisəsi ilə qiymətləndirmək daha düzgün olardı. Prosesin temperaturu $\text{İQR} \approx 250^\circ\text{C}$, boruvaridə isə birinci zonada $165\text{--}180^\circ\text{C}$ -dək, ikinci zonada $180\text{--}220^\circ\text{C}$ -dək, üçüncü zonada 220--

290⁰C–dək yüksəlir. Sintez şəraitinin fərqliliyi polimerin xassələrində də əks olunur. Polimerin molekul kütlə paylanması İQR-ə nisbətən İKR–də genişdir. Bundan başqa, İKR-də alınan polimerin tərkibində bir qədər yan şaxələrin olması bu iki üsulla alınan polietilenin xassələrinin fərqli olmasına gətirib çıxarır. Məlumdur ki, az miqdarda qısa zəncirli şaxəli polietilen makromolekulları bir qədər elastikliklə yanaşı, yüksək möhkəmlik xassələrinə də malik olur.

Reaktorların böyük əksəriyyəti İQR və İKR arasında aralıq rejimdə işləyir ki, bu da diffuziya modeli ilə yaxşı təsvir olunur. Polimerlərin alınmasının istehsal prosesinin təşkili üzrə fasiləsiz və ardıcıl prosesləri fərqləndirmək mümkündür. Məlumdur ki, fasiləsiz proseslər daha məhsuldar proseslərdir. Lakin, əgər bərk maddələrin fasiləsiz surətdə dozalaşmasına zəruriyyət olarsa və yaxud heterogen sistem təbəqələşməyə meyillidirsə, o zaman polimerlərin fasiləsiz üsul üzrə alınması çox müəmmalıdır. Polimerlərin istehsalında sənaye dozalaşdırma qurğularından çox tez-tez istifadə oluna bilməz. Belə ki, maddələr və proseslər yanğın və partlayış təhlükəlidir. Bu halda bərk maddələr ardıcıl surətdə işləyən, fasiləsiz sxemə qoşulmuş iki-üç aparatda məhlul və ya suspenziya halında hazırlanır. Bəzən elə hallar olur ki, filtr və ya adsorber bir regenerasiya əməliyyatı (desorbsiya, yuma, çöküntüdən təmizləmə və s.) üçün ümumi axından söndürülür. Bu zaman həmçinin iki-üç aparat növbə ilə işə salınır.

Prosesin məhsuldarlığı və reaksiya qarışığının boru kəmərləri üzrə yerdəyişməsinə lazım olan miqdar mühüm amillərdəndir. 5-10 m³/saat və 10-100 l/saat (və ya 0,01–0,1 m³/saat) həcmli axınların hərəkətini iki hal üzrə müqayisə edək: Birinci halda, proses davamlı olacaqdır, mümkün ola bilən cüzi dəyişikliklər məhsuldarlığa təsir etməyəcəkdir, istilik- və kütlə mübadiləsi stabil, istilik itkisi az və s. olacaqdır. İkinci halda, proses davamlı olmayacaqdır, belə ki, axında cüzi dəyişiklik yuxarıda sadalanan bütün faktorlara təsir edəcək, temperaturun düşmə səbəbindən qeyri-stabillik artacaqdır. Deməli, proses yalnız tikilinin daxilində həyata keçirilə bilər. Prosesin fasiləsiz və ya ardıcıl surətdə

aparılması həmçinin katalizatorların istifadə olunmasından, inisiatorlardan, sürətləndiricilərdən və s. asılıdır. Belə ki, onlarsız əsas istehsalat fəaliyyət göstərə bilməyəcəkdir.

Reaktorlarının hidrodinamik şəraitə görə təsnifatı. Hidrodinamik şəraitə görə bütün reaktorları qarışdırma və kənarlaşdırma reaktorlarına bölmək olar.

Qarışdırma reaktorları – mexaniki qarışdırıcılı və ya sirkulyasiya nasoslu tutum aparatlarıdır.

Kənarlaşdırma reaktorları – uzadılmış kanal şəkilli boruvari aparatlardır. Bu reaktorlarda qarışdırma lokal xarakter daşıyır və axının sürətinin qeyri-bərabər paylanması ilə baş verir.

Kimyəvi reaktorlar nəzəriyyəsinə adətən əvvəlcə iki ideal aparat – ideal və yaxud tam qarışdırma reaktoru və ideal və yaxud tam kənarlaşdırma reaktoru nəzərdən keçirilir.

İdeal qarışdırma modeli üçün bir sıra kənarçıxmalar qəbul ediləndir. İntensiv qarışdırma nəticəsində reaktorun istənilən nöqtəsində mütləq eyni şəraitin yaranmasına yol verilir: reagentlərin və məhsulların qatılığı, reagentlərin çevrilmə dərəcəsi, temperatur, kimyəvi reaksiyanın sürəti və s.

İdeal kənarlaşdırma reaktoru uzadılmış kanaldan ibarətdir. Reaksiya qarışığı onun içərisi ilə porşen rejimində hərəkət edir. İdeal kənarlaşdırma aşağıdakı kənarçıxmalar yerinə yetirildikdə mümkündür:

- 1) hərəkətdə olan axın xətti sürətlərin yastı profilinə malikdir;
- 2) istənilən səbəblərlə şərtlənən axın oxu istiqamətində qarışma müşahidə olunmur.

Real reaktorlar çox və ya az dərəcədə ideal kənarlaşma və ya ideal qarışma modelinə yaxındır. Qeyri-ideallığa müəyyən düzəlişlərin edilməsi ideal aparatların modelindən real reaktorları təsvir etmək üçün istifadəyə imkan verir.

Reaktorların konstruktiv xarakteristikalara görə təsnifatı. Kimyəvi reaktorlar onların hesablanmasına və hazırlanmasına təsir edən bir sıra konstruktiv xarakteristikalar üzrə bir-birindən fərqlənir. Bu təsnifat prinsipinə görə aşağıdakı tip reaktorları ayırmaq olar:

- tutumlu reaktorlar (avtoklavlar, reaktorlar-kameralar, şaquli-perpendikulyar silindrik konvertorlar və s.);
- kalonlu reaktorlar (başlıq və boşqab tipli reaktor-kalonlar);
- hərəkətsiz, hərəkət edən və psevdosıxılmış katalizator təbəqəli katalitik reaktorlar;
- rəfli reaktorlar;
- istilik mübadilə tipli reaktorlar;
- reaksiya sobası tipli reaktorlar (şaxtılı, rəfli, kameralı, fırlanan soba və s.).

Reaktorların iş rejiminə görə təsnifatı. Kimyəvi reaktorlar prosesin aşağıda göstərilən rejimlər üzrə aparılmasına uyğun olaraq bölünür:

- 1) reaksiya mühitinin hərəkət rejimi (reaktorda hidrodinamik vəziyyət);
- 2) reaktorda istilik mübadilə şəraiti;
- 3) reaksiya qarışığının faza tərkibi;
- 4) prosesin təşkili üsulu;
- 5) vaxtdan asılı olaraq prosesin parametrlərinin dəyişmə xarakteri;
- 6) konstruktiv xarakteristikalar.

Reaktorların prosesin təşkili üsullarına görə təsnifatı. Prosesin təşkili üsullarına görə (reagentlərin verilməsi və məhsulların boşaldılması üsulu) reaktorlar dövri, fasiləsiz işləyən və yarı fasiləsiz (yarım dövri) işləyən reaktorlara bölünür.

Periodik işləyən reaktorlarda ayrı-ayrı mərhələlər ardıcılıqla müxtəlif vaxtlarda gedir. Bütün reagentlər aparata reaksiyadan əvvəl daxil edilir, məhsulların qarışığı isə prosesin sonunda boşaldılır. Reaksiya müddəti və reagentlərin reaksiya həcmində olma müddəti eyni olduğuna görə, reaksiyanın getmə müddətini birbaşa ölçmək mümkün olur. Periodik sürətdə işləyən reaktorda texnoloji prosesin parametrləri zamandan asılı olaraq dəyişir. Bu reaktorlarda ayrı-ayrı reaksiya tsiklləri arasında yardımçı əməliyyatları – reagentlərin yüklənməsi və boşalmasını həyata keçirmək lazımdır. Belə əməliyyatlar zamanı əlavə miqdarda məhsul alınır.

bilmədiyi üçün onların iştirakı dövrü reaktorun məhsuldarlığının aşağı düşməsinə səbəb olur.

Fasiləsiz işləyən reaktorda (axınlı) maddələrin kimyəvi çevrilmə prosesinin bütün ayrı-ayrı mərhələləri və reaksiyaya girən maddələrin verilməsi (kimyəvi reagent) və hazır məhsulun boşaldılması eyni vaxtda həyata keçirilir. Deməli, yükləmə və boşaltma əməliyyatlarına sərf olunan qeyri-məhsuldar vaxt sərfi baş vermir. Ona görə də, reaksiya avadanlığının yüksək məhsuldarlığı tələb olunan, müasir iri tonnajlı kimyəvi istehsalatda əksər kimyəvi reaksiyalar fasiləsiz işləyən reaktorlarda həyata keçirilir.

Axının ayrı-ayrı hissəciklərinin fasiləsiz işləyən reaktorda olma müddəti ümumi halda təsadüfi kəmiyyətdir. Kimyəvi çevrilmənin dərinliyi reaksiya gedən müddətdən asılı olduğu üçün, o, hissəciklərin reaktorda qalma müddətindən asılı olaraq, müxtəlif olacaqdır. Çevrilmənin orta həddi ayrı-ayrı hissəciklərin reaktorda olma müddətinin funksiyası şəklində təyin edilir. Bu, öz növbəsində qarışdırmanın xarakterindən, aparatda axınların strukturdan asılıdır və hər bir hidrodinamik reaktor tipi üçün fərddir.

Yarı fasiləsiz (yarım dövrü) işləyən reaktorda reagentlərdən biri fasiləsiz, digəri isə - dövrü surətdə daxil olur. Bəzi variantlarda reagentlər reaktora dövrü surətdə verilir, reaksiya məhsulları isə, fasiləsiz surətdə çıxarılır və yaxud əksinə.

Reaktorların istilik mübadilə şəraitinə görə təsnifatı. Reaktorda gedən kimyəvi reaksiyaların istilik effektləri bu kimyəvi reaksiyaların və onları müşayiət edən fiziki halların, məsələn, həll olma, kristallaşma, buxarlanma və s. kimi proseslərin istilik effektləridir. İstiliyin ayrılması və ya udulması nəticəsində temperatur dəyişir və reaktor ilə ətraf mühit arasında temperatur fərqi, müəyyən hallarda isə, reaktorun daxilində temperatur qradienti meydana çıxır. Temperatur fərqi dT – istilik mübadiləsinin hərəkət edən gücü sayılır.

İzotermik reaktorlar. Bu tip reaktorlarda prosesin temperaturunu sabit saxlamaq üçün reaksiyanın istilik effektinə uyğun olaraq, istiliyi vermək və ya kənarlaşdırmaq lazımdır. Lakin izoter-

mik reaktorlar iri miqyaslı istehsalda nadir hallarda istifadə olunur: avadanlığın və ya istilik mübadiləsinin yüksək dəyəri prosesi iqtisadi cəhətdən sərfəli etmir. Ona görə, sənaye reaktorları çox vaxt adiabatik və ya politropik layihələndirilir.

Ətraf mühitlə istilik mübadiləsi olmadıqda kimyəvi reaktor adiabatik sayılır. Bu reaktorda kimyəvi proseslər nəticəsində ayrılan və ya udulan bütün istilik “daxili” istilik mübadiləsinə və reaksiya qarışığının qızdırılmasına və ya soyudulmasına sərf olunur.

Politropik reaktorlar. Bu aparatlarda istiliyin verilməsi və ya kənarlaşdırılması nəzərdə tutulur.

Aralıq istilik rejimli reaktorlarda kimyəvi reaksiyanın istilik effekti ətraf mühitlə istilik mübadiləsinin hesabına qismən kompensasiya olunur. Reaksiya qarışığının temperaturunun isə qismən dəyişməsinə səbəb olur.

Avtotermik reaktorları xüsusilə qeyd etmək lazımdır. Bu reaktorlarda prosesin lazım olan temperaturunu saxlamaq xarici enerji mənbəyindən istifadə olunmadan yalnız kimyəvi prosesin istiliyi hesabına həyata keçirilir. Adətən çalışırlar ki, kimyəvi reaktorlar, xüsusilə, iritonnajlı istehsalda tətbiq edilən reaktorlar avtotermiki olsun.

Reaktorların reaksiya qarışığının faza tərkibinə görə təsnifatı. Homogen prosesləri aparmaq üçün reaktorlar qaz fazalı və maye fazalı reaksiyaları aparmaq məqsədilə istifadə edilən aparatlara ayrılır. Heterogen prosesləri aparmaq üçün aparatlar öz növbəsində, qaz-maye reaktorlarına, qaz-bərk maddə, maye-bərk maddə və digər sistemlərdə proseslər üçün reaktorlara ayrılır. Heterogen-katalitik prosesləri aparmaq üçün nəzərdə tutulan reaktorları xüsusilə qeyd etmək lazımdır.

Reaktorların zamandan asılı olaraq prosesin parametrlərinin dəyişmə xarakterinə görə təsnifatı. Prosesin parametrlərinin zamanla dəyişmə xarakterindən asılı olaraq, eyni reaktorlar stasionar və qeyri-stasionar rejimdə işləyə bilər.

Kimyəvi reaktorun içərisində yerləşən hər hansı nöqtəni nəzərdən keçirək. Əgər bu nöqtədə gedən kimyəvi reaksiya istənilən anda reagentlərin və ya məhsulların eyni qatılığı, temperaturu, sürəti və prosesin digər parametrlərinin eyni kəmiyyətlərilə xarakterizə olunursa, reaktorun iş rejimi stasionar adlandırılır. Stasionar rejimdə axının parametrləri reaktorun çıxışında zamandan asılı olmur. Adətən çıxış parametrlərinin bu sabitliyi parametrlərin reaktorun girişində zamandan asılı olmayan sabitliyi ilə təmin olunur.

Əgər təxmini seçilmiş nöqtədə kimyəvi prosesin parametrlərinin zamandan asılı olaraq bu və ya digər qanun üzrə dəyişməsi baş verirsə, reaktorun rejimi qeyri-stasionar adlanır. Qeyri-stasionar rejim ümumi sayılır. Stasionar rejim fasiləsiz işləyən axınlı reaktorlar üçün mümkündür. Lakin, hətta bu reaktorlar da işə düşmə və saxlama zamanı qeyri-stasionar rejimdə işləyir. Bütün dövrü proseslər qeyri-stasionardırlar.

Stasionar axınlı reaktorlarda baş verən prosesləri (daha sadə tənliliklərlə təsvir olunur) - avtomatlaşdırmaq asandır.

Reaktorda prosesin qeyri-stasionarlığı həm reaktorun təsvirində, həm də onun işini idarə etməkdə müəyyən çətinliklər yaradır. Lakin bir çox hallarda kimyəvi reaktorlarda gedən texnoloji proseslərin qeyri-stasionar rejimlərini optimala yaxınlaşdırmaq asan olur.

POLİMERLƏRİN UZUNÖMÜRLÜLÜYÜ – polimer materialın alınmasından onun parçalanmasına qədər olan zaman intervalıdır. Şüşələnmə temperaturundan (T_s) yuxarı temperaturalarda polimerlərin uzunömürlüyü, elastomerlərdə termodinamiki tarazlığın tənzimləməsi proseslərinə cavabdeh olan ləng fiziki relaksasiya prosesi və özlü axıcılıq ilə təyin edilir. Bütün proseslərin (özlü axıcılıq daxil olmaqla) və elastomerlərin parçalanmasının aktivləşmə enerjisi eynidir. Polimerlərin uzunömürlüyü yüklənmədən və temperaturdan aslıdır. Uzunömürlük – materialların möhkəmliliyinin fundamental xassələrindəndir. Daimi yüklənmə şəraitində cisimlərin müəyyən vaxt ərzində

parçalanması hadisəsi bəzən statik yorğunluq və ya ləng parçalanma adlandırılır. Parçalanmanı makromolekullararası əlaqələrin yüklənmə anından başlayan qırılması prosesi kimi qəbul etmək lazımdır. Bu prosesin əsasında pozuntuların toplanması durur və nümunənin yaşama müddəti məhz buna sərf olunur. Prosesin istiqamətini xarici təsirlər müəyyənləşdirir. Xarici təsir altında əlaqələrin qırılması baş vermirsə deməli bu yeni əlaqələrin yaranması ilə kompensasiya olunur və bu zaman cismin parçalanması (onun hissələrə ayrılması) baş vermir. Xarici təsirin olması nəticəsində nəinki əlaqələrin qırılması asanlaşır (buna temperaturu artırmaqla nail olmaq olar), həm də onların bərpası çətinləşir. Buna görə cisimdə bərpa olunmayan parçalanma gedir. Beləliklə, xarici təsirin rolu termiki fluktuasiyaların təsir dairəsini təmizləməkdən və prosesi asanlaşdırmaqdan ibarətdir. Məhs bu faktorlar atomlararası əlaqələrin qırılmasına, cismin bütövlüyünün pozulmasına gətirib çıxarır və polimerin parçalanmasına səbəb olur.

POLİMERLƏRİN VİSKOZİMETRİYASI - polimer materialların özlülük xassələrinin təyini üsullarının toplusudur. Ümumi halda bu xassələr müxtəlif temperaturalarda hərəkət gərginliyinin- τ , bu hərəkətin sürətindən $\dot{\gamma}$ asılılığı ilə xarakterizə olunur. Bu kəmiyyətləri Nyuton tənliyində ($\tau = \eta \dot{\gamma}$) əlaqələndirən mütənasiblik əmsalı (η) özlülük adlanır. Əgər hərəkət gərginliyinin τ -nın hərəkət sürətindən $\dot{\gamma}$ – dan asılılığı xətti xarakter daşıdırsa (qeyri-nyuton sistemlər), onda viskozimetriyanın vəzifəsi axma funksiyasını $\dot{\gamma} = f(\tau)$ təyin etməkdən ibarətdir. Bu halda $\tau/\dot{\gamma}$ kəmiyyəti effektiv özlülük adlanır və τ və ya $\dot{\gamma}$ göstəricisindən asılıdır.

Mayələrin və plastik cisimlərin özlülüğünün ölçülməsi üçün əsas şərtlər bunlardır: 1) laminar axın; 2) mayenin hərəkət etdiyi bərk cismin səthinə yapışması (bu səthdə nisbi sürət sıfırdır); 3) eksperimental məlumatların işlənməsi zamanı inertial amilin əhəmiyyətsiz təsiri və ya onun aradan qaldırılması imkanı.

POLİMERLƏRİN XIRDALANMASI (DƏNƏVƏRLƏŞ-DİRİLMƏSİ) – polimerin hissəciklərinin ölçüsünə görə

eynincinsli olan dənəvər məhsula çevrilməsi prosesidir. Polimerləri toz halında olan materialları sıxlaşdırmaqla, yəni qranullar, həblər halına salmaqla və yaxud iri bloklar və ya mümkün olan tullantıları, zay polimer məmulatları xırdalamaqla dənəvərləşdirir, sonra isə ölçülərinə görə fraksiyalara ayırırlar. Qranullar müxtəlif – silindir, kürə, kub, düzbucaqlı lövhəcik formasına malik ola bilərlər. Qranulun optimal ölçüsü materialın növündən və onun sonrakı emalından asılıdır. Polimerin ərimə temperaturunun artması ilə onların sonrakı emal texnologiyasını səmərəliləşdirmək məqsədi ilə qranulların ölçülərinin kiçildilməsi məqsədəuyğundur. Qranulların ölçü və forması materialların sıxlığını, istilik ötürmə əmsalını, ərimə sürətini və digər xassələrini, yəni son məmulatın keyfiyyətini müəyyən edir.

Qranulların müxtəlif ekstruderlərdə emal üsulları daha geniş yayılmışdır. Kiçik ölçülü sferik formalı qranulları buxar və yaxud təsirsiz qaz axınının köməyi ilə, ərintinin nazik saplarını püskürtməklə də almaq olar. Bu zaman qranullar qaz axını ilə soyudulur, tsiklonların köməyi ilə tutulurlar. Qranulların otaq və aşağı temperaturlarda alınma üsulları da mövcuddur. Bu üsullardan polimerin termiki davamlılığı aşağı, ərintinin özlülüyü isə çox yüksək olduğu halda və yaxud polimerin tərkibində məsamə əmələgətirici və tikici komponentlər olduqda istifadə olunur.

Qranullaşdırma – termoplastların emalı zamanı alınan polimer tullantılarının utilizasiyasının əsas üsullarından biridir. Reaktoplastların dənəvərləşdirilməsi zamanı istilikdən istifadə edilməsi materialın vaxtından əvvəl bərkiməsi və axıcılığının itməsi ilə çətinləşir. Buna görə də reaktoplastlar çox da yüksək olmayan temperaturda mexaniki üsulla qranullaşdırılır. Qranulların aqlomerasiyasının yapışmasının qarşısını almaq məqsədi ilə bəzi hallarda materialları nəmləndirirlər.

Qranulların yapışmasının qarşısını almaq məqsədi ilə quru pudralama, tərkibində səthi-aktiv maddələr olan sulu suspenziya ilə çiləmə üsulundan istifadə edilir. Praktikada materialın xırdalanmış istifadəsinin üstünlüklərinə aşağıdakıları aid etmək olar:

– yüksək sıxlıqlı materialdan istifadə edilməsi, istilik ötürmə prosesinin yaxşılaşdırılması nəticəsində emal prosesinin məhsuldarlığının artırılması;

– materialın dozalaşdırma prosesinin sadələşməsi və bərabər miqdarlarla verilmə imkanının yüksəlməsi;

– hazır məhsulun keyfiyyətinin və göstəricilərinin stabilliyinin kəskin yüksəlməsi;

– materialın qablaşdırılma və uzun müddət saxlanılma şəraitində dənəvərliyinin, səpələnmə qabiliyyətinin saxlanılması;

– daşınılmasının sadələşdirilməsi və asanlaşdırılması;

– materialın axıcılıq qabiliyyətinin yaxşılaşdırılması, “komların” əmələ gəlməsi və tutumlarda ilişib qalması təhlükəsinin aradan qaldırılması;

– sənaye müəssisələrində tozlanmanın qarşısının alınması, əmək şəraitinin yaxşılaşdırılması və toz şəklində olan itkinin azaldılması;

– aralıq tutum ambarlarının həcmnin azaldılması.

POLİMERLƏRİN XROMATOQRAFIYASI – komponentlərin iki faza arasında paylanmasına əsaslanan qarışıqların ayrılmasının fiziki-kimyəvi üsuludur, bu fazaların biri daha böyük səth sahəsi olan təbəqədir, digəri isə bu təbəqədən süzülən axındır (elüent). Hərəkətli və hərəkətsiz fazalar arasında komponentlərin paylanmasını müəyyən edən qarşılıqlı təsirin təbiətindən asılı olaraq xromatoqrafiyanın aşağıdakı əsas növləri vardır: adsorbsiya, paylanma, ion mübadiləsi, *eksklüzion* (molekulyar-ələk) və qalıq xromatoqrafiya.

Yüksək səmərəli maye xromatoqrafiya (YSMX) sintetik və təbii polimerlərin öyrənilməsi və kəmiyyət analizi üçün güclü vasitədir. Bu üsul onları molekul kütləsinə, kimyəvi tərkibə, funksional qruplara və s. görə ayırmağa icazə verir. Müəyyən bir analitik məsələnin məqsədindən asılı olaraq, sabit hərəkətli faza tərkibi metodu və ya qradient dəyişən hərəkətli faza tərkibi metodu istifadə edilə bilər və ikinci variant maye xromatoqrafiyanın imkanlarını əhəmiyyətli dərəcədə genişləndirir.

Adsorbsiya xromatoqrafiyası maddələrin inkişaf etmiş səthə malik bərk cisim olan adsorbent tərəfindən fərqli udulma qabiliyyətinə əsaslanır.

Paylanma xromatoqrafiyasında qarışıqın komponentlərinin hərəkətli və hərəkətsiz fazalarda həllolma qabiliyyəti fərqlənir. Bu zaman hərəkətsiz faza kimi bərk makroməsaməli daşıyıcının səthinə çökmüş yüksək temperaturda qaynayan maye istifadə olunur.

İon mübadiləsi xromatoqrafiyasında ayrılan qarışıqın komponentlərinə nisbətdə müxtəlif ion mübadiləsi tarazlıq sabitləri ilə xarakterizə olunan hərəkətsiz faza – ionitdir.

Eksklüzion (molekulyar-ələk, gel nüfuzedici) xromatoqrafiyada ayrılma hərəkətsiz faza rolunu oynayan qeyri-ionogen gelin məsamələrinə müxtəlif ölçülü makromolekulların nüfuz etməsinin müxtəlifliyinə əsaslanır.

Qalıq xromatoqrafiyası ayrılmış komponentlərin bərk hərəkətsiz fazada müxtəlif cür çökməsinə əsaslanır və hərəkətsiz fazanın aqreqat halına müvafiq olaraq qaz və maye xromatoqrafiyaya bölünür. Hərəkətsiz fazanın aqreqat halından asılı olaraq qaz-adsorbsiya (hərəkətsiz faza-bərk sorbent) və qaz-maye (hərəkətsiz faza-maye) xromatoqrafiyasına bölünür. Maye xromatoqrafiyası maye-adsorbsiya (bərk-maye və maye-maye) tipli olur. Sonuncu, qaz-maye xromatoqrafiyası kimi, ayırıcı xromatoqrafiyadır. Maye-maye xromatoqrafiyasının bir növü – *kağız xromatoqrafiyasıdır* (hərəkətsiz faza sellüloza lifləri tərəfindən saxlanılan sudur).

Praktikada polimerlərin xromatoqrafik analizi üçün gel- nüfuzedici xromatoqrafiya (GNX) və nazik laylı xromatoqrafiya (NLX) geniş yayılmışdır. GNX-da polimerin polidispers məhlulu (və ya polimerlərin qarışığı) sorbent ilə doldurulmuş kolon üzrə hərəkət edən elüentə vurulur.

Nazik laylı xromatoqrafiya bərk-maye xromatoqrafiyasıdır. Qurğunun tərtibatına əsasən o, *kolon tipli və müstəvi xromatoqrafiya üsullarına* ayrılır. Kolon tipli xromatoqrafiyada xüsusi borular – kolonlar sorbentlə doldurulur və hərəkətsiz faza təzyiqli

fərqinə görə kolonun daxilində hərəkət edir. Kolon xromatoqrafiyasının bir növü *kapillyar xromatoqrafiya*dır, bu zaman sorbent kapillyar borunun daxili divarlarına nazik qat şəklində vurulur. *Müstəvi xromatoqrafiyasında* dənəvər sorbentin nazik və yaxud məsaməli qatı nazik lövhə üzərinə çəkilir (nazik laylı xromatoqrafiya). *Kağız xromatoqrafiyası* halında isə xüsusi xromatoqrafiya kağızından istifadə olunur. Polimerlərin xromatoqrafiyasının müxtəlif üsullarla əlaqələndirilməsinin mümkünlüyü aşağıdakı şəkildə göstərilmişdir.

Müstəvi xromatoqrafiyada mobil fazanın hərəkəti kapillyar qüvvələr hesabına baş verir.

Xromatoqrafiya zamanı verilmiş proqrama uyğun olaraq temperaturu, hərəkətli fazanın tərkibini, onun axın sürətini və s. dəyişdirmək mümkündür. Polimerlərin xromatoqrafik analizi üçün ən çox gel-nüfuzedic xromatoqrafiya və nazik laylı xromatoqrafiyadan istifadə olunur.

Pirolitik qaz xromatoqrafiyası polimerlərin pirolizinin uçucu məhsullarının xromatoqrafiyasına əsaslanaraq xarakterizə edildiyi dolayı üsul kimi də geniş istifadə olunur.

Eksklüzion xromatoqrafiya şəraitində makromolekulun davranışı onun zəncirinin ölçüsü ilə müəyyən edilir. Makromolekulun ölçüsü onun kimyəvi quruluşuna, zəncirdəki halqaların sayına (və ya molekul kütləsinə) və topologiyasına görə bölünür (məsələn, şaxələnmiş makromolekulun və ya makrotsiklin ölçüsü eyni kimyəvi quruluşa malik xətti makromolekulla müqayisədə azalır). Bundan əlavə, makromolekulun ölçüsü çəvik makromolekulaların sayı istisna edilən həcm effektivinə görə müəyyən dərəcədə istifadə olunan həlledicidən asılıdır.

Hər hansı bir polimeri molekul kütləsi ilə analiz etmək üçün uyğun məsamə ölçüsünə malik sütunu və ya müxtəlif məsamələri olan bir neçə sütunu seçmək və ya müxtəlif məsamələrə malik sorbentlərin qarışığı olan sütundan istifadə etmək lazımdır. Əlbəttə ki, MKP təhlilində GNX metodundan istifadə etmək üçün zəncirin həm orta, həm də son halqalarının qarşılıqlı təsiri ilə çətin-

ləşməyən ayrılmanın istisna mexanizminin həyata keçirilmə şəraitini təmin etmək lazımdır. Söhbət sulu mühitdə hidrofilyu polimerlərin xromatografiyası zamanı qeyri-polyar həlledicidən desorbsiya qarşılıqlı təsirindən və ya qeyri-qütblü zəncir fraqmentlərinin tərs faza qarşılıqlı təsirindən gedir.

POLİMERLƏRİN YIĞILMASI soyutma təsirindən sonra məhsulun ölçülərinin kiçilməyə doğru dəyişməsi deməkdir. Bu dəyişikliyi həcmi və ya xətti termiki genişlənmə əmsalının köməyi ilə təyin etmək olar. Lakin amorf və əsasən də kristallik polimerlər üçün bunu etmək çətindir, çünki temperaturun dəyişməsi ilə onların genişlənmə əmsalı dəyişir. Temperatur artımı zamanı kristallik polimerlərin həcmində genişlənməsi qeyri-xətti olur. Kristallik polimerlərdə ərimə temperaturunda xüsusi həcm əyrisinin kəskin əyilməsi baş verir, çünki kristallaşma prosesi həcmdə əhəmiyyətli bir azalma ilə əlaqədardır.

Yığılma iki formaya ayrılır: 1) formalaşma zamanı yığılma (və ya texnoloji), məhsulun formadan havaya çıxarılmasından dərhal sonra və məhsulun otaq temperaturunda soyudulması zamanı baş verən prosesdir; 2) formalaşdıqdan sonra yığılma, uzun müddət sonra meydana gəlir.

Yığılmaya keyfiyyətli təsir göstərən amillər arasında: qəliblənəcək materialın forması, məhsulun dizaynı və qəlibləmə şəraiti, tətbiq sahəsini qeyd etmək olar və s.

Spenser və Jilmorun tədqiqatları göstərir ki, təzyiq P , temperatur T və xüsusi həcm V arasındakı əlaqə bir çox polimerlər üçün Van-der-Vaals dəyişdirilmiş hal tənliyi ilə ifadə oluna bilər:

$$(P+\pi)(V-b)=R/M\cdot T,$$

burada, π -daxili təzyiq; b -sabit; R -universal qaz sabiti; M -quruluş vahidinin molekulyar kütləsi; T -temperatur, K .

Yığılmanın müxtəlif cinsli olması məhsulların qeyri-bərabər soyudulması ilə bağlıdır və bu, soyutma sisteminin qeyri-bərabərliklərindən daha çox istilik ötürmə prosesinin təbiətinin bir nəticəsidir (məhsulun qalın hissəsi nazik hissəyə nisbətən daha yavaş soyudulur). Maddənin bu hissələrində sıxlıq qalın his-

səyə nisbətən daha sürətli artır, polimerin müəyyən bir miqdarında məhsulların qalın hissədən daha incə hissəyə axmasına səbəb olur, buna görə təzyiqin düşməsi müşahidə olunur. Daxili axın polimer məhsulların müxtəlif cinsli yığılmasının əsas səbəbi sayılır.

Bəzi polimerlər üçün bu tənliyin sabitləri cədvəldə verilmişdir

Van-der-Vaals tənliyinin sabitləri

Polimer	M	π , Mpa	b, cm ³ /g
Polistirol	104	184	0,822
Polietilen	28,1	324	0,875
Polimetilmetakrilat	100	213	0,734
Poliamid	113	150	0,722
Polipropilen	41	160	0,620

Xüsusi həcmnin təzyiq və temperaturdan asılılığının göstərilmiş nəticələri statik vəziyyətdə əldə edilir, yəni temperatur və təzyiqə nisbətən cüzi bir dəyişikliyə malikdir. Polimerin xüsusi həcmi polimerin makromolekullarının orientasiyası nəticəsində bir qədər azalır.

POLİMERLƏRİN YÜKSƏK TEMPERATURA DAVAMLILIĞI – polimer materialların yanmadan və kömürləşmədən çox yüksək temperatura dözməsini ifadə edir. Yüksək temperatura davamlılığı öyrənmək üçün nümunə 3 dəqiqə müddətində 950°C qədər qızdırılmış silikat mil ilə təmasda olur. Yüksək temperatura davamlılıq aşağıdakı formul üzrə hesablanır:

$$N = \lg \frac{10^6}{G \cdot l},$$

burada, G və l – müvafiq olaraq nümunənin orta riyazi kütlə (mg) itkisi və uzunluğunun azalmasıdır (cm).

Bir qayda olaraq yalnız strukturlaşdırılmış termoreaktiv polimerlərin yüksək temperatura davamlılığı təyin edilir. Yüksək temperatura davamlılığa əsasən termostabil polimerlər (fenolformaldehid və silisium-üzvi qatranlar, poliamidlər, polioksazollar və s.) və mineral doldurucular (asbest, kvarts unu, qrafit, şüşəvari

liflər, koks və s.) əsasında alınan polimer materiallar malikdirlər. Yüksək temperatura davamlı polimer materiallar yüksək temperaturalarda işləyən konstruksiya materiallarının istehsalında istifadə olunur.

Yüksək temperatura davamlılıq polimerin iş qabiliyyəti, kimyəvi çevrilmələrə (adətən inert və oksidləşdirici mühitlərdə polimerlərin destruksiyası) dayanıqlığı ilə müəyyən edildiyi təqdirdə nümunənin istismar temperaturunun ən yuxarı həddini xarakterizə edir.

POLİMERLƏŞMƏ – monomer molekulunun böyüyən zəncirin sonunda yerləşmiş aktiv mərkəzə ardıcılıqla birləşməsi yolu ilə polimerin sintezidir. Polimerləşmədə tərkibində $C\equiv C$, $C=C$, $C=O$, $C\equiv N$ və digər qruplar saxlayan, yaxud açılmaya qabil olan, tsiklik qruplar (olefin oksidləri, α - və β -oksidləri) saxlayan birləşmələr, monomerlər iştirak edir.

Reaksiyada iştirak edən monomerlərin sayına görə, homopolimerləşməni və birgə polimerləşməni fərqləndirmək lazımdır.

Aktiv mərkəzin təbiətindən asılı olaraq, polimerləşmə radikal polimerləşməyə (aktiv mərkəz – sərbəst radikal) və ion polimerləşməyə (anion və kation) ayrılır.

Polimerləşmənin mühüm hissəsi olan - stereospesifik polimerləşmə zamanı yüksək dərəcədə müntəzəm fəza quruluşlu polimerlər alınır.

Polimerləşmə zəncirvari reaksiyadır. Bu zaman kinetik zəncirin inkişafı makromolekulun material zəncirinin böyüməsi ilə müşayiət olunur. Aşağıda qeyd olunan kinetik birləşən mərhələlər bura aiddir:

- *inisirləşmə* - inisiatorların və ya katalizatorların təsiri nəticəsində, yaxud ionlaşdırıcı şüalanmanın, elektrik cərəyanının və ya işığın təsiri altında monomerin çüzi miqdarının aktiv mərkəzlərə çevrilməsidir;

- *zəncirin böyüməsi* – monomerin molekulalarının aktiv mərkəzə birləşməsidir;

- *zəncirin ötürülməsi* – aktiv mərkəzin hər hansı bir digər hissəciyə, məsələn, monomerə, polimerə, həllediciyə keçməsi, bəzi

hallarda zəncirin ötürülməsi monomeri birləşdirməyən davamlı hissəciklərin (polimerləşmənin inhibirləşməsi) yaranmasına gətirib çıxarır; ilk iki mərhələ həmişə qırılma və zəncirin ötürülməsi olmadığı hallarda həyata keçirilir;

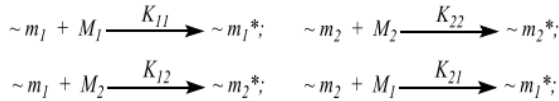
- *zəncirin qırılması* – digər aktiv mərkəz, digər maddə ilə qarşılıqlı təsirin nəticəsində və ya monomolekulyar çevrilmə nəticəsində aktiv mərkəzin dezaktivləşməsidir.

Kütlədə polimerləşmə (blokda polimerləşmə) –durulaşdırılmamış halda olan ilkin maye fazada monomerlərin polimerləşmə üsuludur. Kütlədə polimerləşmə üçün yüksək çevrilmə dərəcəsinə reaksiya mühitinin yüksək özlülüyü səciyyəvidir. Nəticədə istilik- və kütlə mübadiləsi çətinləşir.

Məhlulda polimerləşmə - həlledicidə həll olunmuş vəziyyətdə olan ilkin monomerin polimerləşməsi üsuludur. Reaksiya kütləsi homogen və ya heterogen ola bilər. Həlledici və müxtəlif qatqılar ion polimerləşmə qanunauyğunluqlarına, struktura və əmələ gələn polimerlərin xassələrinə güclü təsir göstərə bilər; radikal polimerləşmə zamanı həlledicinin təbiətinin təsiri azdır, lakin zəncirin ötürülməsində iştirak edə bilər.

İki və daha artıq monomerlərin birlikdə polimerləşməsi *birgə polimerləşmə* adlanır. Birgə polimerin əmələ gəlməsində hər bir monomer iştirak edir və son məhsula, polimerə özünün spesifik xüsusiyyətlərini verir. Birgə polimerin xassələri bir qayda olaraq, homopolimerin bütün xassələrini özündə cəmləşdirmir. Lakin, monomerlərin müxtəlif uzlaşmalarını seçməklə alınan birgə polimerin xassələrini, məsələn, polimerin həll olmasını, elastikliyi, adgeziya və digər xassələri lazımi istiqamətdə dəyişmək mümkün olur.

Birgəpolimerləşmə və polimerləşmə həm *radikal*, həm də *ion mexanizmləri* üzrə gedə bilər. Əksər hallarda birgə polimerləşmə və polimerləşmə zamanı böyüyən zəncirin sonunda olan aktiv mərkəzlərin reaksiya qabiliyyəti sonuncu manqanın təbiəti ilə təyin edilir. Bu zaman böyüyən zəncirin dörd reaksiyası nəzərdən keçirilir:



burada, m_1^* , m_2^* - müvafiq olaraq, M_1 və M_2 manqa sonluqlu monomerlərin aktiv hissəcikləridir; K_{11} , K_{12} , K_{22} , K_{21} – reaksiyaların müvafiq sürət sabitləridir.

Birgə polimerləşmənin başlanğıc mərhələsində birgə polimerin və monomer qatışığının tərkibini Mayo-Lyuis differensial tənliyi ilə əlaqələndirmək olar:

$$\frac{d[m_2]}{d[m_1]} = \frac{[M_2]}{M_1} \cdot \frac{r_2[M_2] + [M_1]}{r_1[M_1] + [M_2]}$$

burada, $[M_1]$, $[M_2]$ – monomerlərin molyar qatılığı; $[m_1]$, $[m_2]$ – alınan birgə polimerdə monomer manqalarının molyar qatılığıdır.

$r_1 = K_{11}/K_{12}$ və $r_2 = K_{22}/K_{21}$ parametrləri birləşən radikalın sürət sabitlərinin “öz” və “özgə” monomərə nisbətidir və birgə polimerləşmə və ya monomerlərin nisbi aktivlik sabitləri adlanır.

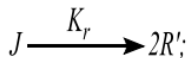
Birgə polimerləşmə yolu ilə həm oliqomerlər, həm də yüksək molekul kütləli termoplastlar alınır.

Radikal polimerləşmə vinil və dien sırası doymamış monomerlərin əksəriyyəti üçün mümkündür. O, zəncirvari reaksiya olub, elementar aktlardan ibarətdir:

- polimerləşmənin inisirləşdirilməsi;
- zəncirin böyüməsi;
- zəncirin ötürülməsi.

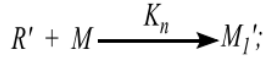
İnisirləşmə iki mərhələdən ibarətdir:

1) sərbəst radikalın əmələ gəlməsi, məsələn, inisiatorun molekulunun J iki sərbəst radikala R homolitik parçalanması nəticəsində:



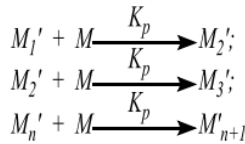
burada, K_f – inisiatorun homolitik parçalanmasının sürət sabitidir (R^{\cdot} radikali çox vaxt inisirləşdirən, və ya ilkin radikal adlandırılır);

2) yaranan radikalın (R') zənciri (M_1') inisiirləşdirici hissəcik əmələ gəlməklə (M) molekuluna birləşməsi:



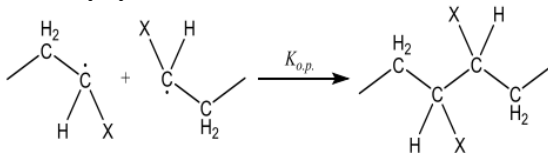
burada, K_n – özü-özünü inisiirləşdirmə mərhələsinin sabiti.

Zəncirin böyüməsi çoxlu sayda monomer molekullarının M_i ardıcılıqla birləşməsindən ibarətdir. Hər birləşmə zamanı əvvəlki ilə eyni təbiətli, lakin ondan bir monomer manqası qədər uzun olan yeni radikal yaranır:



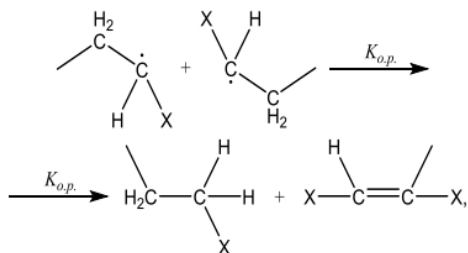
burada, K_p -zəncirin böyümə reaksiyasının sürət sabitidir.

Zəncirin böyümə reaksiyası nəticəsində yüksək molekul kütləli polimer əmələ gəlir. Zəncirvari polimerləşmədə *zəncirin qırılması* – aktiv mərkəzin məhvi deməkdir. Bu, onun digər aktiv mərkəzlə, hər hansı bir kənar maddə ilə reaksiyasının və yaxud monomolekulyar yenidən qurmanın nəticəsində baş verə bilər. Radikal mərkəzlərin dağılması ilə zəncirin qırılması – rekombinasiyanın bimolekulyar reaksiyaları nəticəsində və ya (nadir halda) sərbəst radikalların disproporsiyası nəticəsində baş verir. Rekombinasiya zamanı iki radikal bir-biri ilə makromolekul əmələ gətirməklə reaksiyaya daxil olur.



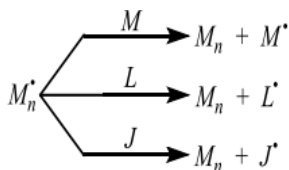
burada, $K_{o.p.}$ – rekombinasiya yolu ilə qırılmanın sürət sabitidir.

Disproporsiyalaşmada radikal mərkəzə nəzərən β -vəziyyətdə yerləşən H atomu digər radikal mərkəzə keçir. Nəticədə iki polimer molekulu əmələ gəlir: biri – doymuş, digəri isə – doymamış:



burada, $K_{o.p.}$ –disproporsiyalaşma yolu ilə qırılmanın sürət sabitidir.

Zəncirin ötürülmə reaksiyası nəticəsində aktiv mərkəz böyüyən makromolekuldan hər hansı bir digər hissəciyə, böyüməyə başlayan yeni makromolekula keçir. Radikal polimerləşmə üçün zəncirin monomərə, həllediciyə, bəzən isə - inisiatora ötürülməsi vacibdir:



burada, L və J –müvafiq olaraq, həlledici və inisiator molekullarıdır; M_n -əmələ gələn makromolekul; J' və L' - zəncirin həllediciyə və inisiatora ötürülməsi zamanı yaranan sərbəst radikallardır.

Yuxarıda adı çəkilən reaksiyaların mexanizmi, bir qayda olaraq, hidrogen və ya halogen atomunun böyüyən zəncirdən qopmasından, yaxud ilkin qarşılıqlı təsir məhsulundan ayrılmaqla makroradikalın ona birləşməsindən ibarətdir. Zəncirin qırılması və ötürülməsi reaksiyaları makromolekulun böyüməsini dayandırır. Ona görə də, bəzən bu reaksiyalar ümumiləşdirilib, *zəncirin böyüməsinin məhdudlaşması* adlandırılır. Bu reaksiyalar alınan polimerlərin molekul-kütlə xassələrinə böyük təsir göstərir.

İon polimerləşmə - bu polimerləşmədə zəncirin elementar böyümə aktı heterolitikdir. Belə reaksiyalar müxtəlif polyar birləşmələr, məsələn, tərkibində α -vəziyyətdə elektron-donor qruplar saxlayan (vinil, fenil, CN, COOR, NO₂ və s.) doymamış bir-

ləşmələr, karbonil birləşmələri, heterotsikllər (oksidlər, tiooksid-
lər, siloksanlar və s.) tərəfindən baş verir. Bunun sayəsində radi-
kal tipli polimerləşmə ilə müqayisədə ion polimerləşməyə daha
geniş dairədə monomerləri cəlb etmək mümkün olur.

İon polimerləşmədə anion (bax, Anion polimerləşmə), kati-
on (bax, Kationlu polimerləşmə) və koordinasiya-ion (bax, Ko-
ordinasiya-ion polimerləşmə) polimerləşmə fərqləndirilir.

Anion və kation polimerləşmədə aktiv mərkəzlər - kompo-
nentləri adətən böyüyən ion (müvafiq olaraq, R^- və ya R^+) və əks
ion (B^+ və ya A^-) adlanan, polyar birləşmələrdir. Bu komponent-
lərin arasında qarşılıqlı təsir qüvvəsi və müvafiq olaraq, kompo-
nentlərin arasında olan rabitənin xarakteri onların xassələrindən
və reaksiya mühitinin təbiətindən asılıdır. Tarazlıq vəziyyətində
olan aktiv mərkəzlərin müxtəlif formalarda olması mümkündür
və cədvəldə verilmişdir.

Aktiv mərkəzlərin formaları

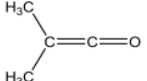
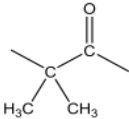
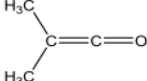
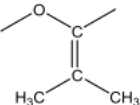
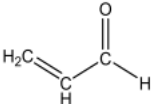
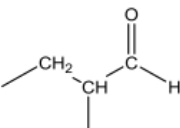
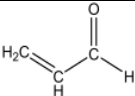
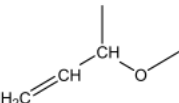
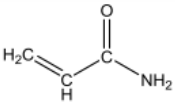
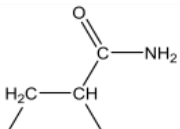
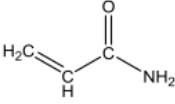
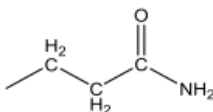
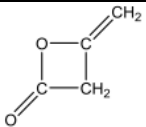
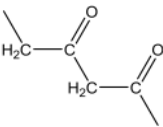
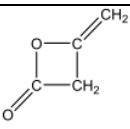
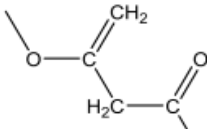
Aktiv kationlu mərkəzlər	Aktiv anionlu mərkəzlər
I* $R^{\delta+}, A^{\delta-}$	$R^{\delta-}, B^{\delta+}$
II** R^+, A^-	R^-, B^+
III*** B^+	R^-

Qeyd: I - molekul şəkilli polyar rabitəli aktiv mərkəz; II** - ion cütlüyü,
burada ionlar arasında yalnız elektrostatik cazibə təsir göstərir; III*** - ion
cütlüyün qismən dissosiasiyasının nəticəsində əmələ gələn sərbəst ionlardır.

İon cütlüyü ilə müqayisədə sərbəst ionlar nisbətən daha yük-
sək aktivlikləri ilə fərqlənirlər. Bunun nəticəsində ion polimerləş-
mədə aktiv mərkəzlərin reaksiya qabiliyyəti radikal polimerləşmə-
dən fərqli olaraq, reaksiya mühitinin xassələrindən asılıdır.

Makromolekulların quruluşuna polifunksional monomerlə-
rin polimerləşmə mexanizminin təsiri cədvəldə verilmişdir.

Makromolekulların quruluşuna polifunksional monomerlərin polimerləşmə mexanizminin təsiri

Monomer	Polimerləşmə mexanizmi	Polimer zəncirində əsas struktur göstəricisi
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
 dimetilketen	Kation	
 dimetilketen	Anion	
 akrolein	Radikal	
 akrolein	Anion	
 akrilamid	Radikal	
 akrilamid	Anion	
 diketen	Kation	
 diketen	Anion	

POLİMERLƏŞMƏ DƏRƏCƏSİ – bir makromolekulda olan monomer manqaların sayıdır. Polimerləşmə dərəcəsi polimerin molekul kütləsini müəyyən edir. Bu rəqəm bir neçə mindən başlayaraq milyon karbon təşkil edə bilər və ilkin monomerin molekul kütləsinin polimerləşmə dərəcəsinə hasilinə bərabərdir:

$$\begin{array}{ccc} nM & \rightarrow & M_n \\ \text{monomer} & & \text{polimer} \end{array}$$

n - kəmiyyəti yüksək olduqda eyni ölçüdə molekullar almaq praktiki olaraq mümkün olmur. Molekul kütləsi üzrə fərqlilik fiziki-kimyəvi, fiziki-mexaniki xassələrin və polimerin strukturunun dəyişməsinə gətirib çıxarır.

POLİMERLƏŞMƏ İSTİLİYİ. Məlumdur ki, polimerləşmə prosesləri ekzotermik istilik effektləri ilə müşayiət olunur və onların getməsi termodinamiki olaraq Qibbs enerjisi azaldıqca mümkündür. Buna əsasən monomerin polimerləşməsinin mümkün olduğu şərait belə ifadə edilə bilər: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$.

Hər bir polimerləşmə sistemi üçün $\Delta G = G_{\text{polimer}} - G_{\text{monomer}} = (H_{\text{polimer}} - H_{\text{monomer}}) - T(S_{\text{polimer}} - S_{\text{monomer}}) = \Delta H - T\Delta S$. $T\Delta S$ əksər polimerləşmə reaksiyaları üçün entropiya elementi $T\Delta S = 300 \cdot (105 \div 125) = 31,5 \div 37,5$ kC/mol həddində və sıfırdan az olur. Yəni entalpiya elementi ΔH sıfırdan aşağı olmalı və $|\Delta H| > |T\Delta S|$, yəni $|\Delta H| > 31,5$ kC/mol bərabərsizliyi ödənməlidir. Nəzəri istilik effekti əmələ gələn və itən rabitələr arasındakı fərqi müəyyən edir. Başqa sözlə vinil birləşmələrinin polimerləşməsi prosesi monomerdə ikiqat karbon-karbon rabitələrinin qırılması və polimerdə iki adi C-C rabitəsinin əmələ gəlməsi ilə müşayiət olunur. Ona görə də reaksiyaların istilik effektləri bu rabitələrin parçalanma enerjilərinin fərqinə görə hesablanır. Real istilik effektləri $Q_p = 56,5 - 125,6$ kC/mol həddində olur. İstilik effektinin ($Q_p = -\Delta H$) azalması səbəbləri üç faktorla izah olunur: 1) monomerdən polimerə keçid zamanı əlaqə üçün lazım olan enerji itkisi ilə; 2) polimer zəncirinin əmələ gəlməsində yaranan gərginlik ilə bağlı olan enerji itkisi ilə; 3) polimerdə və monomerdə hidrogen

rabitələrinin və dipol-dipol qarşılıqlı təsirin mövcudluğu, həmçinin solvatlaşması ilə. Karbon-karbon rabitəsinin parçalanma enerjisi müxtəlif birləşmələr üçün eyni deyil və əvəzedicilərin təbiətindən və yerləşməsindən (sterik effekt), həmçinin qonşu rabitələrdən asılıdır. Məsələn, izobutiləndə ($\text{CH}_2=\text{C}$) yan metil CH_3 qruplarının sterik itələnmə effekti etilənlə ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) müqayisədə polimerləşmə istiliyinin 22,2 kC/mol azalmasına gətirib çıxarır. Beləliklə, ikiqat rabitə əmələ gətirən karbon atomlarında hər hansı əvəzedicilərin mövcudluğu onun polyarlaşmasına və zəifləməsinə səbəb olur. Özü də ikiqat rabitənin polyarlaşmasına eyni əvəzedicilərin qeyri-simmetrik yerləşməsi səbəb olur. Rabitələrin dartılması, rabitələr arası bucaqların deformasiyası, qeyri-valent əlaqəli atomların qarşılıqlı təsiri nəticəsində polimerdə əmələ gələn sterik gərginliyin ΔH_p azalmasına gətirib çıxarır. Yan qruplar sayəsində əmələ gələn sterik gərginlik polimerin fırlanma entropiyasını azaldır. Əvəzedicilərin həcmi artdıqca polimerdə sterik çətinliklər azalır. Buna görə bir sıra akrilat və metakrilat monomerlərində metil əvəzedicilərinin etil və butil əvəzediciləri ilə əvəz edilməsi polimerləşmə istiliyinin sistematik artmasına gətirib çıxarır. Belə homoloji quruluşlarda sterik çətinliklərin artması manqaların nizamlı növbələnməsinin pozulmasına səbəb olur, yəni “baş-baş” və ya “son-sona” quruluş payının mütənasib artmasına gətirib çıxarır. Nəzərə çarpan sterik effekt iki əvəzli monomerlərdə müşahidə olunur: onların real polimerləşmə istiliyi nəzəri hesablanmış istiliyindən çox olur və bu göstərici 40 kC/mola çatır. Bəzi hallarda sterik effekt o qədər böyük olur ki, polimer zənciri əmələ gələ bilmir. Belə rabitələrə malik birləşmələrin quruluşları qonşu atomların p-orbitlərinin nəzərə çarpacaq dərəcədə üst-üstə düşməsinə və çoxmərkəzli delokallaşmış π -molekul orbitlərinin əmələ gəlməsini təmin edir.

POLİMERLƏŞMƏ PROSESLƏRİNİN TERMODİNAMİKASI – polimerləri və polimerləşmə proseslərini öyrənən kimyəvi termodinamikadır. Kimyəvi termodinamika – kimyəvi reaksiyaları və fiziki-kimyəvi prosesləri, həmçinin maddələrin

termodinamiki xassələrinin onların tərkibindən, aqreقات halından və xarici parametrlərdən (temperatur, təzyiq və s.) asılılığını termodinamiki üsullarla öyrənən kimyəvi tarazlıq haqqında bir təlimdir.

Təlimin əsas məqsədləri: 1) kimyəvi reaksiyaların istiqamətinin proqnozlaşdırılması; 2) çıxımın və ilkin tərkibdən, temperaturdan və təzyiqdən asılı olan reaksiya qarışığının tarazlıq tərkibinin proqnozlaşdırılması.

Kimyəvi termodinamikanın bünövrəsində üç qanun dayanır.

Termodinamikanın birinci qanunu istilik hadisələri ilə müşayiət olunan enerjinin saxlanması qanununu təsvir edir: termodinamiki sistem halın funksiyası – daxili enerji U ilə xarakterizə olunur:

$$\Delta U = Q - W,$$

$$\Delta U \neq f(l),$$

burada, Q - sistemin aldığı istilik, W – görülmüş iş; l – reaksiya şəraiti. Qanunu belə ifadə etmək olar: təcrid olunmuş sistem üçün sistemin əldə etdiyi istiliklə onun gördüyü iş arasındakı fərq prosesin aparılma şəraitindən asılı deyil, yalnız sistemin son və ilkin halı ilə təyin olunur.

Termodinamikanın ikinci qanunu aşağıdakı tənlik ilə ifadə olunur:

$$dS = \delta Q / T,$$

(δQ - sistemə ötürülmüş istilik miqdarı; T - mütləq temperatur; S -entropiya), qanunu belə ifadə etmək olar: termodinamiki tarazlıq halına maksimum entropiya uyğun gəlir.

Termodinamikanın üçüncü qanunu – entropiyanın hədd qiymətləri haqqında postulatdır: hər bir tarazlıqda olan prosesin entropiyası temperaturun mütləq sıfır qiymətində sıfıra bərabərdir. Polimerlərin texnologiyasında termodinamiki proseslər prosesin kinetika ilə yanaşı dominant rol oynayır. Buna görə termodinamiki göstəriciləri əhatə etməyən riyazi modeli tam hesab etmək olmaz.

Termodinamiki funksiyalar, parametrlər və sistemlər.

Termodinamiki hal (bu hala çatma şəraitindən asılı olmaya-raq) ilə təyin olunan hər hansı bir kəmiyyət termodinamiki funksiya adlanır.

Polimerləşmə proseslərinin termodinamikası altı termodinamiki funksiya ilə təsvir olunur və bunlardan beşi əsas sayılır: H – entalpiya; S – entropiya; G – Qibbs enerjisi (sərbəst enerji, izobar-izotermik potensial); U – daxili enerji; F – Helmholtz enerjisi (sərbəst enerji, izoxor-izotermik potensial) və bir xüsusi (spesifik) funksiya (tarazlıq sabiti K). Sistemin bütün termodinamiki xassələrini aşkar şəkildə ifadə etməyə imkan verən termodinamiki funksiyalar xarakterik funksiyalar adlanır. Təbii dəyişənlər yığımı ilə ifadə olunan beş ən vacib xarakterik funksiyaları fərqləndirirlər: $U(S, V, n_i)$ – daxili enerji; $H(S, P, n_i)$ – entalpiya; $S(U, V, n_i)$ və ya $S(H, P, n_i)$ – entropiya; $G(P, T, n_i)$ – Qibbs enerjisi; $F(V, T, n_i)$ – Helmholtz enerjisi (təbii dəyişənlər yığımı: P – təzyiq; V – həcm; T – termodinamik temperatur; n_i – hər i komponentinin mol ədədi).

Halın parametrləri – termodinamik sistemin halının hər bir ölçülən makroskopik xüsusiyyətinin (həcm, təzyiq, sıxlıq, istilik tutumu, daxili enerji, entropiya və s.) termodinamik dəyişənləridir. Tarazlıqda olan sistemin hal parametrləri arasında funksional əlaqə vardır. Buna görə parametrlərin hamısı müstəqil deyil. Parametrlər arası əlaqə halın tənliyi ilə verilir. Halın intensiv və ekstensiv parametrlərini fərqləndirirlər. Sistemin halının intensiv parametrləri (mütləq temperatur T , təzyiq P , kimyəvi potensial μ və s.) sistemin kütləsindən asılı deyil və verilmiş faza həddində sabit qiymətə malikdirlər və ya bir nöqtədən digər nöqtəyə keçdikdə fasiləsiz, sərhədli keçdikdə isə sıçrayışla dəyişirlər. Halın ekstensiv parametrləri (həcm V , daxili enerji U , entropiya S və s.) homogen sistemlərdə intensiv parametrlər sabit olduqda maddənin kütləsinə düz mütənasibdir. Kütlə vahidinə və ya bir mola aid edildikdə ekstensiv parametrlər intensiv parametrlərin xassələrinə malik olur və müvafiq olaraq xüsusi və ya mol parametrləri adlanırlar.

Termodinamiki sistem – termodinamiki baxış obyektı olan və xarici mühitdən real və ya xəyali sərhədlər ilə ayrılmış hər hansı bir maddi makroskopik obyektədir (maddə nümunəsi, istilik məşını, boşluqda elektromaqnit sahəsi). Termodinamiki sistem halın müstəqil parametrlərinin məcmusu ilə müəyyən edilir və intensiv hal parametrlərinin sabit olmasından, fasiləsiz və ya sıçrayışla dəyişməsindən asılı olaraq həm homogen, həm də heterogen ola bilər. Əgər halın hər bir intensiv parametri sistemin bütün hissəsində eyni qiymətə malikdirsə və ya bir nöqtədən digər nöqtəyə kimi fasiləsiz dəyişirsə, bu zaman sistem homogen sistem adlandırılır. Halın intensiv parametrlərindən bəziləri termodinamiki sistem daxilində sıçrayışla dəyişirsə termodinamiki sistem heterofazlı adlandırılır. Daxili enerji (U) – termodinamiki sistemin hal funksiyasıdır; sistemin bütövlükdə hərəkətinin kinetik enerjisindən və sistemin termodinamiki vəziyyətini dəyişməyən xarici qüvvə sahələrində olan potensial enerjisindən başqa, enerjinin bütün növlərini özündə cəmləyir (molekulların hərəkətinin kinetik enerjisini, molekullararası qarşılıqlı təsir enerjisini, molekul daxili enerjisini, elektromaqnit şüalanma enerjisini və s.).

POLİMERLƏŞMƏDƏ POST-EFFEKT – inisirləşmənin başa çatdığı andan reaksiyanın tam bitdiyi anadək qeyri-stasionar vəziyyətdir. Post-effektin kinetikaşı pre-effektin tədqiqat metodları ilə araşdırıla bilər. Pre-effektlə müqayisədə post-effekt uzun müddətli olduğundan onun kinetikaşının tədqiqi asan olur, xüsusən də, dərin çevrilmələrdə. Belə ki, reaksiyanın diffuz mexanizmi nəticəsində zəncirin qırılması çətinləşir və post-effektin müddəti kifayət qədər uzun olur. Post-effektin kinetikaşının müxtəlif konversiyalarda tədqiqi konversiya ilə sadə reaksiyaların sabitlərinin dəyişmə xarakteri haqqında mühakimə yürütməyə imkan verir. Özlü mühitlərdə post-effektin tədqiqində radikal mexanizmi ilə gedən reaksiyalarda zəif inhibitorların reaksiya qabiliyyətini qiymətləndirmək olur. Yüksək özlü mühitlərdə post-effekt kimyəvi və termiki inisirləşmədə tədqiq etmək olur. Post-effektde calaq olunma polimerin monomer olmayan şəraitdə şüalanması və sonra onun monomer ilə qarşılıqlı təsirindən ibarətdir.

POLİMERLƏŞMƏDƏ PRE-EFFEKT – reaksiyanın başladığı andan stasionar vəziyyətin yarandığı ana qədər reaksiyanın qeyri-stasionar vəziyyətidir. Pre-effektin davamiyyətini makroradikalların (aralıq aktiv məhsul) qatılığının stasionar vəziyyətə uyğun olması üçün tələb olunan zaman aralığı kimi qiymətləndirmək olar. Pre-effektin kinetik əyrisini elementar reaksiyaların kinetik sabitlərini və prosesin mexanizmini bilməklə hesablamaq olar.

POLİMERSEMENT - bağlayıcı (üzvi polimer) və doldurucu kimi qeyri-üzvi maddənin əsasında hazırlanan kompozit materialdır. Polimersementin üzvi komponenti aşağıda təqdim olunur:

- polivinilasetatın sulu dispersiyası, təbii və ya sintetik (butadien-stirol, xlorpren) lateksləri;
- suda həll olan epoksid, poliefir, furan və karbamid qatranları;
- sellüloza efirləri və s.

Qeyri-üzvi komponentlər kimi portlad-sementdən, gil-torpaq və maqnezial sementdən, maye şüşə, gips və əhəngdən istifadə olunur.

Polimersement əsaslı materialın və məmulatın xassələri üzvi və qeyri-üzvi doldurucu komponentlərdən, onların nisbətindən, doldurucunun tipindən, su sement (kütlə) nisbətindən, kompozisiyanın hazırlanma metodundan, məmulatın formalaşma rejimindən və onun bərkimə şəraitindən asılıdır.

Polimersement materialların möhkəmlik göstəriciləri yalnız mineral birləşdirici maddələr əsaslı məhlulların möhkəmlik göstəricilərindən cüzi surətdə fərqlənir. Bir qayda olaraq, polimersement məmulatların dartılma zamanı davamlılığı yüksəkdir, sıxılmada davamlılığı isə mineral birləşdirici maddələr əsaslı analoqlar ilə müqayisədə aşağıdır. Yüksək davamlılığa malik termoreaktiv polimerlər əlavə etdikdə, yüksək davamlılığa malik polimersement məhlulu əldə etmək mümkün olur.

POLİMORFİZM – maddənin bir-neçə kristal formada (polimorf modifikasiyalarda) olmasıdır.

Polimorfizm əksər kristallaşan polimerlərə xasdır. Polimerlər müxtəlif quruluş modifikasiyalarında kristallaşa bilər və deməli, onlara polimorfizm xasdır (aşağı molekullu maddələrdə olduğu kimi). Polimorfizmin iki kateqoriyasını fərqləndirmək lazımdır. Onlardan biri müxtəlif kristal modifikasiyalarında verilən polimerin makromolekulunun konformasiyasının dəyişməzliyi ilə bağlıdır (qablaşdırma polimorfizmi). Digəri isə - polimorf keçidi zamanı konformasiyanın mümkün ola bilən dəyişməsidir. Polimorfizmin xüsusi halına polimerlərin qaz-kristal adlanan halını aid etmək olar. Bu hal - makromolekulların öz uzun oxu ətrafında fırlanması və makromolekul oxuna perpendikulyar yerləşən müstəvidə, zəncirin qarşılıqlı sürətdə paralelliyinin saxlanmasıyla mümkün ola bilən yerdəyişməsidir.

Birinci kateqoriya polimorf modifikasiyalara polietilenin, izotaktik polipropilenin, poliamidlərin və s. məlum kristal formalarını aid etmək olar. Konformasiya polimorfizmi makromolekulları nisbətən böyük konformasiya sərbəstliyinə malik kristal polimerlər üçün xarakterikdir.

Belə polimerlərə polimetilenoksidi, polibuten-1-i, politetraflüoretleni və s. aid etmək olar.

İdeal halda hər bir polimorf modifikasiya verilmiş maddənin bütün digər mümkün kristal formaları davamsız (metastabil) olan müəyyən temperatur və təzyiqlik şəraitində (intervalında) stabil olmalıdır. Bir modifikasiyadan digərinə keçid dönən (enantiotrop), yaxud dönməyən (monotrop) ola bilər. Davamsız modifikasiyadan davamlı modifikasiyaya keçid monotrop, yəni dönməyən prosesdir.

Polimorf modifikasiyalar bir çox kinetik faktorlardan asılı olmayaraq, kristallaşmanın şəraiti ilə təyin olunur. Bir formadan digərinə keçid temperaturun, təzyiqlin, gərginliyin, yaxud polimerin tərkibinin dəyişməsi ilə baş verə bilər. Bu keçid bilavasitə, ya da bir modifikasiyanın ərimsəsi və yenidən kristallaşması ilə baş verə bilər. Lakin birbaşa müşahidələr vasitəsilə çox zaman bu iki növ keçidi fərqləndirmək olmur.

POLİSTİROL PENOPLAST. Penoplastın bu növü iki usulla: preslənmiş və preslənmemiş istehsal olunur.

Məişət texnikası - soyuducu, televizor, audiosistemlər hamısı bir-birinə yapışmış kiçik kürəciklərdən təşkil olunmuş penoplasta qablaşdırılmışdır. Bu *preslənmemiş penoplastdır*, o, arı şanını xatırladır, asan ovulur və qırılır.

Preslənmiş penoplastı ovmaq çətindir. Bu onunla bağlıdır ki, penoplastın bu növü bir-biri ilə daha möhkəm yapışmış qranullardan ibarətdir.

Belə penoplast daha çətin istehsal texnologiyasına malikdir. Ona görə də preslənmemiş növə nisbətən az istifadə olunur.

Preslənmemiş penoplasta oxşar ekstruziya olunmuş penoplast da var.

Preslənmiş və preslənmemiş penoplastların əsas çatışmayan cəhəti odur ki, qranullar arasında olan məsamələrə su buxarı keçə bilər. Mənfi temperaturlarda bu buxar kondensləşir, bu isə rütubətin çoxalmasına və istilik izolyasiya xassələrinin pisləşməsinə gətirib çıxarır. Su donduqda genişlənərək penoplastın parçalanmasına səbəb olur. Əlbəttə ki, bu proses uzun müddət tələb edir. Penoplast bazarında ekstruziya penoplastı var. O, bircinsli quruluş malikdir və yuxarıda göstərilən mənfi cəhətləri yoxdur. Penoplastın bu növü qida məhsulları üçün bir dəfə istifadə edilən qablaşdırıcı tutumların istehsalında istifadə olunur.

Polistirol penoplastların keyfiyyəti (demək uzunömürlüyü də) istehsalçıdan çox asılıdır. Buna görə də müxtəlif yerlərdən alınan eyni növ penoplast istilik və digər xassələrinə görə fərqli ola bilər.

Preslənmemiş penoplastın istismar müddəti orta hesabla 15-40 ildir. Ekstruziya olunmuş penoplast (əla istehsal keyfiyyətli) isə uzun müddət - 60, 70 il və daha çox istifadə oluna bilər.

POLİURETAN PENOPLAST. Poliuretan penoplast, və ya porolon – müxtəlif qazlarla köpükləndirilmiş uretan polimeridir. Bu material yüksək elastikliyə malikdir və açıq məsamələrin həd-

dən artıq olması ilə xarakterizə olunur. Havanı və buxarı əla keçirir. Belə penoplastların istifadə sahələri çox genişdir – mebel, mümkün olan bütün məişət əşyalarının və s. istehsalında.

Poliuretan penoplastların çatışmayan cəhəti – qısa ömürlüklükdür. Onlar günəş şüalarının təsiri altında çox tez saralır, tədricən lay-lay parçalanırlar.

Onlar tez alışandırlar, yanma zamanı toksiki maddələr ayrılır (penostirollardan da çox). Bunun səbəbi böyük miqdarda sianid turşusunun olmasıdır.

POLİVİNİLKLORİD PENOPLAST. Polivinilxlorid polimerindən və qaz daxil edilməklə hazırlanmış məsaməli kompozitdir. Xassələrinə görə ekstruziya edilmiş polietilenə oxşayır. Yüksək elastikliyə malikdir, tərkibində yüksək toksiki maddələr yoxdur. Polivinilxlorid penoplastlar özü-özünə sönən materiallardır. Vacib məqamlardan biri odur ki, polivinilxlorid penoplastlar özüsönən material olur. Polivinilxlorid yandıqda, (polivinilxlorid tamamilə alova bürünür) boğucu tüstü ayrılır. Konstruksiyaları quraşdırarkən bunu nəzərə almaq lazımdır.

POROPLASTLAR (məsaməli plastik kütlələr) - polimer matrisdən və nisbətən bərabər olaraq dispersləşmiş qaz fazadan ibarət ikifazlı sistemdir.

Əsnəklilik modulundan asılı olaraq onlar aşağıdakı qruplara bölünürlər:

- bərk;
- yarım bərk;
- elastiki.

İnşaat-tikinti sahəsində istilik izolyasiyasında geniş istifadə olunan bərk materiallara sıxılmada (50 % deformasiyada) möhkəmlik həddi 0.15 MPa-dan çox olan məmulatlar aid edilir. Elastiki materiallar 0.01 MPa-dan az möhkəmlik həddinə malik olurlar. Yarım bərk materiallar isə aralıq mövqe tuturlar.

Polimerin növündən asılı olaraq poroplastlar aşağıdakı kimi qruplaşdırılır:

– *termoreaktiv* – fəza quruluşuna malik polimerlər əsasında (fenolformaldehid, karbamid-formaldehid, doymamış poliefirlər, epoksid, poliuretan);

– *termoplastik* – xətti quruluşlu polimerlər əsasında (penopolistirol, penopolivinilxlorid, penopoliutilen, penopoli-propilen)

Qazla doldurulmuş plastik kütlələrin əksəriyyəti onların təbii quruluşunu məhdudlaşdıran bir sıra çatışmayan cəhətlərlə: aşağı oda davamlılıq, istiliyə davamlılıq, aşağı temperatura davamlılıqla (<200°C–də) xarakterizə olunurlar. Poliuretan və polistirol poroplastların məsamələrinin quruluşu nazik dispersli və nisbi tənzimləndir. Fenol əsaslı penoplastlar üçün yuvacıqların köpüklənmə istiqamətində uzanması xarakterikdir, bu isə onların xassələrinin anizotropluğunu müəyyən edir və penoplastların sıxlığı aşağı düşdükcə məsamələrin oriyentasiyası güclənmiş olur.

Məsaməli quruluşun xarakteri və yuvacıqların ölçüləri ilkin kompozisiyalara səthi aktiv maddələrin əlavə olunması ilə tənzimlənir. Poroplastın quruluşunda açıq və qapalı məsamələrin sayı onun fiziki-mexaniki xassələrini müəyyən edir. Müxtəlif çeşidli poroplastların quruluşlarında açıq və qapalı məsamələrin nisbəti cədvəldə göstərməmişdir.

Poroplastların tərkibində açıq və qapalı məsamələrin miqdarı

Adlanması	Orta sıxlıq, kg/m ³	Miqdarı, %		
		qapalı məsamələr	açıq məsamələr	bərk faza
Penopolistirol	20	95.8	2.8	1.4
Penopolivinilxlorid	70	92.2	1.8	6
Penopoliuretan	50	94.4	1	4.6
Fenol tərkibli tökmə penoplast	40	1.3	96.3	2.4

Uzun müddətli statik gərginlik şəraitində poroplastlarda materialın formasının sabilliyini aşağı salan sürüşmə deformasiyaları artmış olur. Temperaturun artması ilə poroplastların sürüşmə deformasiyası kəskin artır.

PREMİKSLƏR – Bu doldurucunun termoreaktiv qatran (əlaqələndirici) və yaxud digər komponentlər ilə qarışığından ibarət olan reaktoplastlardır. Premikslərin hazırlanması bütün komponentlərin qarışdırılması başa çatdıqdan sonra tamamlanır. Premikslər həmin tərkibdə olan prepreqlərdən axıcılığına görə üstün olsalar da, möhkəmliyinə görə onlardan geri qalırlar. Premikslər xəmir şəkilli kütlə formasında buraxılır. Bütün komponentlər küvrəkli və şnek qarışdırıcılarda intensiv qarışdırılır. Mexaniki parçalanmasının qarşısının imkan daxilində alınması üçün lif şəkilli doldurucu ən axırda əlavə olunur. Premikslərdən olan məmulatlar presləyici qurğularda preslənir. Premikslər konstruksiya və elektrotexniki məmulatların hazırlanması üçün nəzərdə tutulmuşdur.

PREPREQLƏR - bu əlaqələndirici termoreaktiv qatranlar ilə emal olunmuş lif şəkilli dolduruculu reaktoplastlardır. Prepreqlərdən hazırlanan plastik kütlələrin möhkəmlik göstəriciləri eyni tərkibə malik, adətən birmərhələli üsul ilə, yəni doldurucunun əlaqələndirici ilə emalı və məmulatın formalaşmasını eyni zamanda həyata keçirməklə hazırlanan materialların xassələrindən daha stabildir. Bu onunla əlaqədardır ki, ilkin emal zamanı doldurucunun əlaqələndirici ilə yaxşı isladılması üçün onun miqdarının ciddi şəkildə tənzimlənməsi lazımdır. Prepreqlər - nisbətən sadə konfigurasiyalı böyük ölçülü məmulatların hazırlanması üçün əvəz olunmayan materiallardır.

Doldurucuların növlərindən asılı olaraq prepreqlər üç qrupa bölünürlər:

- parça, yaxud kağız əsaslı – bu prepreqlər sadə konfigurasiyalı məmulatların (lövhə şəkilli axmayan prepreqlər) hazırlanması üçün nəzərdə tutulub;

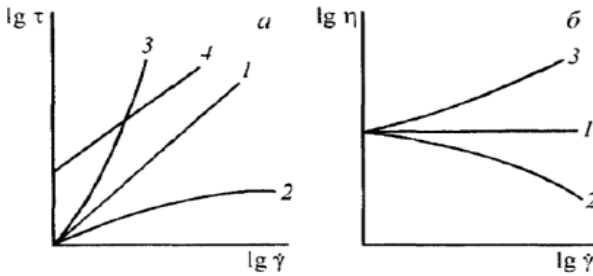
- doğranmış lif əsaslı – bu prepreqlərdən təzyiqliq altında qızdırıldıqda daha mürəkkəb konfigurasiyalı, amma aşağı möhkəmliyə malik məmulatlar hazırlanır;

- yönləndirilmiş saplar, jçut (dərzi bağı), lentlər (ensiz uzun zolaq) – onlardan hissələrinin fırlanma konturu olan məmulatların hazırlanması üçün istifadə edilir.

Prepreqlər çarpaz bağlanmış dalğalı lif əsaslarının bərabər paylanmış polimer əlaqələndiricinin hopdurulmaqla möhkəmləndirilməsi ilə alınır. Hopdurulma möhkəmləndirilən materialın fiziki-kimyəvi xassələrinin maksimal reallaşdırılması ilə aparılır. Prepreq texnologiyası minimum emal olunmaqla mürəkkəb quruluşlu monolit məmulatların hazırlanmasına imkan verir.

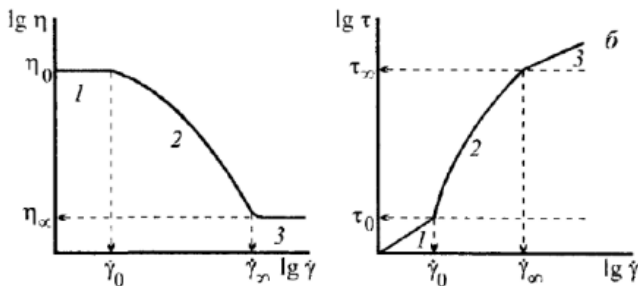
Prepreqlər - həmçinin şüşə parçanın qismən strukturlaşmış termoreaktiv əlaqələndirici ilə hopdurulmasından alınan laylı doluruculardır. Prepreqlər hər iki tərəfdən polietilen örtük ilə örtülən və rulon şəklində bükülən parça formasında istehsal olunur.

PSEVDOPLASTİKLƏR, sürüşmə sürətinin artımının effektiv özlüklüyün tədricən azalması ilə xarakterizə olunan sistemlərdir. Bunlara polimerlərin, rezinlərin və rezin qarışıqlarının məhlulları və ərintiləri aiddir. Ümumiyyətlə, psevdoplastiklərin özlülük xüsusiyyətlərinin deformasiya müddətindən asılı olmadığı qəbul edilmişdir. Belə ki, effektiv özlüklüyün dəyişməsi o qədər sürətlə baş verir ki, zaman effektini adi viskozimetriya üsulları ilə aşkar etmək olmur.



Müxtəlif reoloji davranışa malik mayelər üçün axma əyriləri (a) və özlüklüyün sürüşmə sürətindən asılılığı (b):

Nyuton mayeləri (1), psevdoplastik mayelər (2), dilatant mayelər (3), Binqam mayeləri (4)



η və τ-nin sürüşmə sürətindən asılılığı

Dilatant mayelər, sürüşmə sürətinin artması ilə effektiv özlülükləri tədricən artan materiallardır. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, zamanla effektiv özlülüyn dəyişməsi sürətlə baş verir.

Binqəm mayeləri, adi şəraitdə kifayət qədər möhkəmliyə malik olan yüksək plastik materiallardır və yalnız gərginliyin axma həddini aşan müəyyən qiymətində (τ_0) strukturun dağılması baş verir. $\tau < \tau_0$ -da belə cisimlər axmağa qadir deyildir, bərk və ya elastik materiallar kimi davranırlar. $\tau > \tau_0$ -da sistem özünü xassələri plastik özlülük η ilə xarakterizə olunan nyuton mayesi kimi aparır.

Molekul kütlə paylanması nə qədər geniş olarsa, özlülük anomaliyası daha geniş sürüşmə sürəti diapazonunda müşahidə olunur. Polimer zəncirinin sərtiliyi və orta molekul kütləsi yüksək, temperatur aşağı olduqda sürüşmə sürətinin artması ilə effektiv özlülüyn azalması daha kəskin şəkildə baş verir. Plastikləşmə, özlülük anomaliyasının görüldüyü hissənin daha aşağı gərginliklərə doğru sürüşməsinə və daha geniş sürüşmə sürətlərinin əhatə edilməsinə səbəb olur.

Praktiki işdə özlülük anomaliyası xətti artımdan daha çox sərt şəkildə artımla qeyd olunur:

a) kapilyarın sonluğunda təzyiq dəyişməsinin artması ilə mayenin sərfinin artımı;

b) artan fırlanma momenti ilə mayenin içinə yerləşdirilmiş cismin fırlanma sürətinin yüksəlməsi.

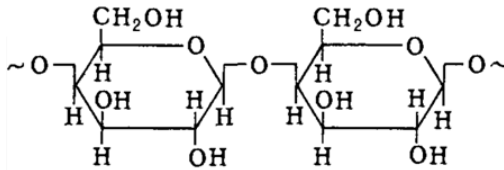
Sürüşmə sürətinin artmasıyla özlülüyn azalması ümumiyyətlə deformasiya olunmuş materialın quruluşunun dağılması ilə

əlaqələndirilir. Bu dağılmanın spesifik növü sistemdə makromolekullar arasında qarşılıqlı təsirin xarakterindən asılıdır. Özlülük anomaliyası və bununla əlaqədar təsirlərin daxili səbəbi olan polimer sistemlərinin quruluşunun transformasiyası zamanla baş verir, nəticədə bütün bu hadisələr tiksotrop xarakter daşıyır. Deformasiya artdıqca sistemin ilkin quruluşu sıradan çıxır, dağılır.

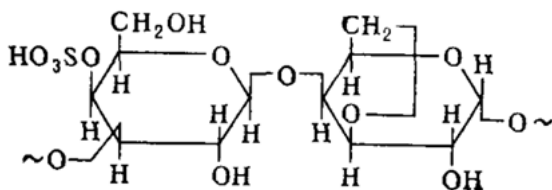
Bu proses makromolekullar arasında quruluş əlaqələrinin bərpası və dağılması proseslərinin dinamik tarazlığına uyğun gələn sabit axın rejiminə çatmaqla başa çatır.

– Q –

QALAKTANLAR- qalaktosa qalıqlarından ibarət polisaxaridlərdir. Polisaxaridlərin bu qrupunun nümunəsi lyupin tumundan olan qalaktan, 100-120 D-qalaktopiran qalıqlarından ibarət β -1,4-rabitələrlə birləşmişdir.



Sənayedə geniş tətbiq olunan texniki əhəmiyyətli məhsullarda, qırmızı dəniz yosununda olan qalaktanlar -aqr və karraginan məlumdur. Sonuncunu yosunlardan qaynar su ilə ayırırlar və soyuduqda ekstrakt möhkəm gel əmələ gətirmir. Karraginan-polisaxaridlərin qarışığıdır, komponentlərdən biri κ -karraginan K^+ ionların iştirakında geləbənzər çöküntü əmələ gətirir və bununla da məhlulda qalan λ -karraginandan ayrılır. Bu qalaktanlara xas xüsusi cəhət –tərkibdə yüksək miqdarda sulfat qruplarının olmasıdır. κ -karraginan müntəzəm düzölmüş β -D-qalaktopiranoza-4-sulfat qalıqları və müvafiq olaraq 3 və 4 vəziyyətində 3.6 anhidrid α -D-qalaktopiranozanın monosaxarid əvəzedicilər quruluşuna malik olmasıdır.



λ -Karraginən oxşar quruluşludur, lakin 3.6-anhidrid D –qalaktoza əvəzinə α -D-qalaktopiranoza-2.6-disulfat qalıqlarına malikdir; qonşu qalaktoza qalıqlarında 4 vəziyyətində ümumiyyətlə sulfat qrupları mövcud deyil. Qalaktanlar bitkilərdə geniş yayılmışdır; onlar həmçinin heyvan mikroorqanizmlərində tapılmışdır. Heyvan mənşəli qalaktanlara iri buynuzlu mal-qaranın ağciyərlərindən əlavə məhsul kimi alınan pnevmoqalaktanlar aiddir. Bəzi ibtidai göbəklər polisaxarid qalaktokaroloza istehsal edir ki, bu da furanoza şəklində D-qalaktoza qalıqlarının olması ilə yuxarıda təsvir edilən qalaktozalardan fərqlənir.

QALIQ GƏRGİNLİK – polimer molekulları tökmə zamanı qeyri-müntəzəm konformasiyada olduqda baş verir. Təzyiq altında tökmə üsulu ilə alınan məmulatın keyfiyyəti nəinki qurumada sıxılmadan, səthə örtülmədən, həmçinin bir sıra başqa faktorlardan da asılıdır. Bu faktorlar sırasında ən vacibi qalıq (“donmuş”) gərginliyin olmamasıdır. Qalıq gərginliyin yaranması polimerdə yüksək elastiki xassələrin mövcudluğu ilə şərtlənir. Press-formadan yükün götürülməsi ilə, soyudulma zamanı özlülüyün artması nəticəsində yüksək elastiki deformasiya tədricən itir. Yükün götürülməsindən əvvəl press formanı müəyyən temperatura qədər soyutduqda, onda model deformasiya vəziyyətində donmuş halda qalacaq. Belə olduqda modeldə qalıq gərginliyin mövcud olduğu söylənilir.

Molekulyar nöqteyi nəzərdən amorf polimerlərdə gecikən yüksək elastiki deformasiya çox az ehtimal olunan vəziyyətə (konformasiyaya) keçidə müvafiq olur. Belə halda polimer zəncirlərinin müəyyən istiqamətdə tədricən yönəlmiş dartılma (orientasiya) baş verir.

Beləliklə, deformasiya olunan mexaniki modelin dondurulması qismən oriyentasiya olunmuş polimer zəncirinin dondurulmasına uyğundur. Buna görə də, polimer molekulunun soyudulma ilə müşayiət olunan oriyentasiyası qalıq gərginliyin meydana gəlməsinə bilavasitə səbəb olur.

Polimerlərdə qalıq gərginlik məmulatın səthində kiçik çatların əmələ gəlməsinə səbəb olur. Tökmə məmulatlarda bu nazik çatlar polimer axını istiqamətində oriyentasiya olunur və onların əmələ gəlməsi makromolekulların oriyentasiyası ilə əlaqədardır. Nazik çatlar məmulatın tez soyudulması zamanı da əmələ gələ bilərlər. Qeyri-bərabər soyudulma (quruduqda sıxılma) tökmə məmulatın səthində dartılma gərginliyinin əmələ gəlməsinə və böyüməsinə səbəb olur, nəticədə daha az möhkəmliyə malik istiqamətlərdə səthdə boya örtüyünü parçalayır. Oriyentasiyalı səthə malik məmulatda daha çox parçalanma polimer molekulunun oriyentasiyası istiqamətində baş verir.

Qalıq gərginlik qəlibdən tökmənin qabarmağa başladığı temperaturu aşağı salır. Əgər tökmədə qalıq gərginlik qalmışsa, bu zaman qabarma elastiki deformasiyanın bərpa sürəti nəzərə çarpan dərəcəyə çatdığı temperaturda başlayacaq.

Oriyentasiya olunmuş örtüklərin möhkəmlilik xassələri oriyentasiyanın istiqamətindən asılıdır. Bu xüsusi ilə əyilmədə möhkəmlilik kimi göstəricini nəzərdən keçirdikdə nəzərə çarpır və bu da əsasən həcmi deyil, səth xassələri ilə müəyyən olunur. Məsələn, polistiroulun əyilməyə qarşı davamlılıq sınağı göstərmişdir ki, düzünə və çəpinə olan istiqamətlərdə əyilməyə qarşı davamlılıq kəskin olaraq fərqlənir (uzununa, düz istiqamətdə $1.1 \cdot 10^8$ n/m², çəp istiqamətdə isə $4.2 \cdot 10^7$ n/m²).

QAZ ƏDƏDİ - məsaməli materiallar istehsalı prosesində ayrılan qazların miqdarı deməkdir. Bundan başqa bəzi, xüsusən üzvi qazəmələgətiricilər sırası üçün onların nəmliyi və ərimə temperaturuna dair məlumat tələb olunur.

Qazəmələgətiricilərin parçalanma temperaturu və qaz ədədi cihaz vasitəsilə təyin olunur. Qazəmələgətiricilərin tədqiqində adətən iki sıra təcrübələr aparılır:

1. *Qaz ədədinin təyini.* Elektrik və ya qaz vasitəsilə isidilən yağ hamamında tədqiq olunan qazəmələgətirən tərkiblər sınaq şüşəsində qızdırılır. Temperaturun 20-dən 150-200°C-yə qədər artma sürəti 5 °C/san-dən artıq olmamalıdır. Maksimal temperatur əldə edildikdən sonra qızdırılma dayandırılır, sınaq şüşəsi havada bir qədər soyudulur, sonra temperatur buret köynəyində olan suyun temperaturuna qədər soyudulur. Sınaq şüşəsində və buret köynəyində temperatur eyniləşdikdə, ayrılan qazın həcmi ölçülür və cihazda temperatur və atmosfer təzyiqi qeyd edilir. Qazın həcmi normal şəraitə gətirilir və verilmiş formul üzrə qaz ədədi (ml/q) hesablanır.

$$X=V/G$$

burada, V normal şəraitdə ayrılan qazın həcmi, ml; G - qazəmələgətiricinin kütləsi, q.

2. *Sabit temperaturda qazəmələgətiricinin parçalanmasının kinetikasının vaxtdan asılılığının təyini.* Reaksiya aparılan sınaq şüşəsi müəyyən temperaturda termostatlaşdırılır. Müəyyən fasilələrlə normal şəraitə gətirilmiş qazın həcmi təyin edilir. Müxtəlif qazəmələgətiricilərin parçalanma istiliyinin silsiləli təyində cihazın elektrik sxeminə stabil cərəyan qidalanması ilə təchiz olunmuş rele qoşulur.

Polimerin parçalanma məhsulları ilə plastikləşməsini nəzərə alaraq penomaterialın istiliyə davamlılığının aşağı düşməsi, nisbətən yüksək maya dəyəri, parçalanma məhsullarının zərərli olması poroforların çatışmayan cəhəti sayılır.

QAZ-FAZA POLİMERLƏŞMƏ – qaz halında olan monomerin polimerləşməsidir. Polimer buxarlarının elastikliyi kiçik olması səbəbindən praktiki olaraq, reaksiya başlanan kimi bərk polimer faza əmələ gəlir. Sistem heterogen olur. Yəni, qaz fazada polimerləşmə - heterogen polimerləşmənin növlərindən biridir. Qaz fazada polimerləşməni inisiirləşdirmək üçün uçucu və qeyri-uçucu inisiatorlardan, ultrabənövşəyi şüalardan və yüksək enerji şüalanmasından istifadə olunur. İnisiatorun təbiətindən asılı olaraq, qaz fazalı polimerləşmədə zəncirin böyümə mexanizmi radikal və ya ion ola bilər.

Zənciri qaz fazanın həcminə ötürməyən qeyri-uçucu inisiatorlar, məsələn, qələvi metallar tətbiq edildiyi halda, polimerləşmə yalnız inisiatorun sorbsiyası və yaxud monomerin polimerləşməsi hesabına gedir.

Calanmış birgə polimerlərin əmələ gəlməsi ilə qaz fazada gədən birgə polimerləşmə böyük praktiki əhəmiyyət daşıyır. Bu proses polimerləşmənin aktiv mərkəzinin səthində olan liflərin və ya plyonkaların modifikasiyası üçün aparılır.

QAZLA DOLDURULMUŞ PLASTİK KÜTLƏLƏR – bunlar bərk cisim-qaz tipli dispers sistemli polimer materiallardır. Qazla doldurulmuş plastik materialları penoplastlara (əsasən bağlı məsamə və ya yuvalara malik) və məsaməli plastlara, süngər tipli (əsasən açıq, bir-biri ilə əlaqəli məsamələrə malik) materiallara bölürlər. Elastiklik xassələrindən asılı olaraq qazla doldurulmuş plastik kütlələri sərt, yarımsərt və elastik kütlələrə bölürlər. Qazla doldurulmuş plastik kütlələri praktiki olaraq istənilən polimer materiallardan almaq olar.

Qazla doldurulmuş plastik kütlələrin spesifik quruluşları onların zahiri aşağı sıxlıq və yüksək istilik sistemlərindən izolyasiya və elektroizolyasiya kimi xassələrini müəyyən edir. Qazla doldurulmuş plastik kütlələr güc konstruksiya elementlərinin möhkəmliyini artırmaq üçün doldurucu, uzun müddət titrəyişli yüklənməyə məruz qalan konstruksiyaların yorğunluğa qarşı möhkəmliyini artıran materialların hazırlanmasında geniş tətbiq olunur. Bundan əlavə bu yüksək elastik xassələrə malik materiallar uzun konstruksiyaların elementlərində istilik izolyasiya materialı kimi istifadə edilir.

Qazla doldurulmuş plastik kütlələr tikintidə və istehsalatda bir çox sahələrdə yüngül bərkidici material və istilik izolyasiya materialı kimi tətbiq edilir. Müasir xilasedici jiletlərdə təbii ağac qabığı əvəzinə penoplastdan istifadə edilir.

Qazla doldurulmuş plastik kütlələr forma verilmiş hazır məmulat və istifadə yerlərində yenidən işlənməsi lazım olan fabrikat şəklində buraxılır.

QAZLA QURULUŞ VERİLMİŞ ELEMENT - məsaməli polimer materialların quruluşunun nizamlanmasıdır. Qazla quruluş verilmiş element və ya qaz ilə doldurulmuş polimerlər - qaz ilə doldurulmuş polimer matrisadan ibarət olan kompozisiya materiallarıdır. Belə materiallarda qaz faza məsamə adlanan boşluqda paylanmışdır. Məsamələr kürə, çox üzlü, bir neçə mikrondan bir neçə mm-dək ölçülü dartılmış kapillyar formasında ola bilər.

Qazla quruluş verilmiş element quruluşundan asılı olaraq, aşağıdakı növlərə bölünür:

- yuvacılıq penoplastlar, tərkibində izolə olunmuş qazla quruluş verilmiş elementlər saxlayan;

- məsaməli plastlar, tərkibində əlaqələnmiş qazla quruluş verilmiş elementlər saxlayan;

- sintakt və ya mikrosferalı penomateriallar; mikrokürənin monolit materialından və ya şüşədən, keramikadan, polimerlərdən və digər materiallardan ibarət kürə şəkilli qişaya yerləşdirilmiş qazla quruluş verilmiş elementdən ibarətdir. Bərk faza isə bu qişadan və polimerlə doldurulmuş fazalararası fəzadan ibarət olur;

- şan-şan plastiklər; qazla quruluş verilmiş elementləri çox səthli fiqurun həcminə yerləşdirilmiş qaz faza və bir fazası iki materialdan, məsələn parça və ya kağız səthlər (tiller) və polimer bağlayıcı və ya yalnız bağlayıcıdan ibarət materiallar;

- qarışıq tipli, qazla quruluş verilmiş elementli penomateriallar.

Qaz doldurulmuş polimerlərdə bərk və qaz fazanın nisbəti ehtimal olunan sıxlıq (ρ_{eht}) kəmiyyəti ilə xarakterizə olunur. Bu kəmiyyətdən asılı olaraq, materiallar fərqləndirilir: çox yüngül ($\rho=3-50 \text{ kg/m}^3$), yüngül ($50-150 \text{ kg/m}^3$), orta ($150-400 \text{ kg/m}^3$), ağır ($400-700 \text{ kg/m}^3$) və həddən artıq ağır olanlar ($>700 \text{ kg/m}^3$).

Qaz doldurulmuş polimerlər 50% sıxılma gərginliyində deformatsiya zamanı elastik, sərt və yarımsərt növlərə bölünürlər.

Elastik polimerlər – 50% deformatsiya zamanı sıxılma gərginliyi 0,001 MPa-dan az olan materiallardır. Sərt polimerlər – 0,15 MPa –dan artıq, yarımsərt materiallar orta yeri tuturlar.

Qaz doldurulmuş polimerlər köpüklənən polimerdən kimyəvi təbiəti ilə də fərqlənir. Termoplastik polimerlərdən - polistirol, polivinilxlorid, poliiolefinlər, polikarbonat, polimetilmetakrilat və s. istifadə edilir. Reaktoplastlardan – poliefirizosianatlardan, fenolformaldehid, epoksid və digər oliqomerlərdən ibarət olan polimer kompozisiyalarından istifadə olunur.

QƏFƏS EFFEKTİ, Frank-Rabinoviç effekti, ilk rekombinasiya - müxtəlif maddələrin maye fazada monomolekulyar parçalanmasından alınan sərbəst-radikal məhsulların bu məhsulların qaz fazada çıxımına nisbətən azalmasıdır. Qaz fazada parçalanma məhsullarının fəza ayrılması praktiki olaraq ani baş verir, maye fazada isə parçalanmada alınan radikal cütlük bir müddət substrat molekulları ilə məhdudlaşmış mikroməkanda (Frank-Pabinoviç qəfəsi adlanan qəfəs) mövcud olur, nəticədə parçalanma məhsullarının öz aralarında qarşılıqlı təsir reaksiyalarına daxil olma ehtimalı yüksək olur.

Qəfəs effekti polimerlərin sintez prosesində müşahidə olunur. Məhlulda radikal polimerləşmə prosesində qəfəs effekti zəncirin inisirləşməsi mərhələsində mühüm rol oynayır.

Məhlulda və ya qazlarda gedən reaksiyalarda kvant çıxımı çox aşağı təzyiqlərdə çox vaxt vahiddən kiçik olur. Məhlullarda reaksiyalarda həlledici molekulları tərəfindən işığın udulması ilə həyəcanlanmış, aktivləşmiş molekulların aktivsizləşməsi və ya fotodissosiyası zamanı meydana çıxan atom və molekulların rekombinasiyası nəticəsində baş verir və rekombinasiya üçüncü hissəcik rolunu oynayan həlledici molekullarının təsiri ilə asanlaşmış olur.

Reaksiya qabiliyyətli hissəciklərin bu cür dezaktivləşməsi Frank-Rabinoviç qəfəs effekti adını almışdır.

Radikalların bölünməsi diffuziya və ya radikallardan birinin qəfəsin divarlarını əmələ gətirən substrat molekulları ilə qarşılıqlı təsiri nəticəsində baş verir. Substratın özlülüyü artdıqca diffuziya sürəti aşağı düşür və radikalın qəfəsin divarlarını əmələ gətirən molekulla kimyəvi qarşılıqlı təsirdə olma ehtimalı və eyni zamanda qəfəsdə rekombinasiyaya uğrayan radikalların payı artmış

olur. Başlanğıc molekula tam oxşar məhsulların əmələ gəldiyi halda parçalanmanın sürət sabiti dəyişmir, lakin alınan radikalların istifadə edilmə əmsalı azalır (inisirləşmə effekti).

QETİNAKS – kağız əsaslı laylı plastikdir. Elektrotexnikada istifadə olunan getinaksın hazırlanması üçün selüloza sulfat (o selüloza sulfıtdən fərqli olaraq daha aşağı turşuluğa, yüksək termiki sabitliyə və möhkəmliyə malikdir) əsaslı kağızdan və ya sulfit-əski kağızdan istifadə edirlər.

Getinaksın istehsalı zamanı bağlayıcı material kimi fenolformaldehyd, epoksi-fenol və melaminformaldehyd qatranlarından, bəzən isə epoksifenolanilin-formaldehyd və karbamid-formaldehyd qatranından istifadə olunur. Hopdurulmuş kağızdan hazırlanmış materiallar daha yaxşı elektrik izolyasiya xassələrinə malikdir (əsasən də rütubət yüksək olan şəraitlərdə. Getinaks əsasən çap diaqram plitələrinin istehsalı üçün istifadə olunur.

Getinaksdan olan hissələri, əsasən mexaniki emal üsulu ilə hazırlayırlar: ştamplama, frezerləmə, mişarlama, deşmə və yonma. Oda davamlılığı aşağı olduğuna görə hal-hazırda əsas elektron cihazlarının hazırlanmasında getinaksdan istifadə edilmir. Onun əvəzinə oda davamlılıq, möhkəmlik, folqaya yapışma və s. elektronika qurğularında əhəmiyyət kəsb edən digər parametrlərə görə getinaksdan üstün olan tekstolitdən (əsasən steklotekstolitdən) istifadə olunur.

QEYRİ-NYUTON MAYELƏRİ – Axıcı polimerləri Nyuton və Puazel tənliyinə tabe olmayan qatı məhlullar və ya ərintilərdir.

Mayelərin axıcılığına təsir edən xarici qüvvələrə qarşı müqaviməti özlülük (daxili sürtünmə) adlanır. Bundan əlavə, yüksək molekullu polimerlərin məhlulları nyuton mayələrinə aid deyildir, çünki onların özlülüyünün qiyməti sürüşmə (yerdəyişmə) gərginliyindən, yəni nümunəyə tangensial təsir edən gücün səth vahidinə nisbətindən asılıdır. Özlülüyün anomaliyasının səbəbi bu tip sistemlərdə struktur özlülüyün olmasıdır. Struktur özlülük – daxili molekulüstü fəza quruluşlu strukturlar (torlar, iplər, iri

emulsiya damlaları) tərəfindən axıcılığa əlavə müqavimətdən ibarət əlavə özlülükdür. Sürüşmə gərginliyi yüksəldikdə belə sistemlərin özlülüyü sabit qalmır, strukturun parçalanması nəticəsində daha aşağı həddə, sabit qiymətə çatana qədər kəskin aşağı düşür.

Özlülüğün anomaliyası bir neçə səbəblə əlaqədardır:

– struktur əmələgətirmə – kolloid məhlulların, suspenziyaların, YMB məhlullarının aqreqasiyası və asan parçalanan fəza strukturlarının alınması prosesidir;

– sürət qradientinin yüksəlməsi nəticəsində uzun formalı zərrəciklərin və makromolekulların axınında oriyentasiyanın dəyişməsi;

– polimer makromolekullarının və ya emulsiya damlalarının axında deformasiyası.

Temperaturun artması ilə tikili strukturların parçalanması nəticəsində sistemlərin özlülüyü kəskin aşağı düşür. Temperaturun azalması ilə isə quruluş özlülüğünün payı nəzərə carpacaq dərəcədə artır.

Qeyri-Nyuton mayələrini psevdoplastik və dilatant olmaqla iki qrupa bölmək olar. Psevdoplastik mayələr üçün verilən təzyi-qə nisbətən onların axma sürətinin daha tez yüksəlməsi xarakterikdir. Bu, təzyiqin yüksəlməsi nəticəsində özlülük əmsalının azalması ilə əlaqədardır. Bir çox polimerlərin məhlulları özlərini məhz belə aparır. Dilatant mayələrin axma sürəti verilən təzyi-qə nisbətən daha ləng artır, bununla əlaqədar olaraq təzyi-qə artdıqca onların özlülüyü də artır. Dilatant sistemlər həm də axan, yayılan sistemlər adlandırılır. Təzyi-qə artdıqca yayılan axında sürət azalır, bu da özlülüğün artmasına gətirib çıxarır.

Bir çox tozlar və sıxlaşdırılmış dispers materiallar çatlamaya meyilli olurlar. Aşağı təzyiqlərdə onların qarşılıqlı qablaşması, yerləşməsi kip olmur və sistemin həcmi böyüyür. Bu zaman özlülük azalır. Yalnız çox durulaşdırılmış polimer məhlulları özlərini ideal özlü maye kimi aparırlar. Onların özlülüğü Nyuton və Puazeyl qanununa tabe olur, yəni özlülük polimerin axma sürətindən asılı deyil. Daha qatı polimer məhlullarında bir sıra ano-

maliyalar müşahidə edilir – axma sürətinin dəyişməsi zamanı özlülüyün sabit olmaması, qatılığın artması ilə özlülüyün qeyri proporsional artımı. Yüksək qatılıqlarda polimerin axıcılığının Nyuton xarakterindən kənara çıxmasının əsas səbəbi torlu fəza strukturlarının əmələ gəlməsidir. Çox durulaşdırılmış halda isə xarakterik özlülüyün sürüşmə gərginliyindən asılılığı üstünlük təşkil edir. Hər iki effekti bir birindən ayırmaq olar. Özlülüyün hər hansı anomaliyasında bir sürətin aşağı gradient sahəsində axıcılıq əyrisi Nyuton xəttinin üzərinə, yüksək gradient sahəsində isə qeyri Nyuton xəttinin üzərinə çıxır.

Polimer ərintilərinin və məhlulların plastik və yüksək elastik deformasiyalarının eyni olması ilə aşağı molekullu mayelərdən fərqlənirlər. Bu, özlülüyün anomaliyası, normal gərginlik və Vayssenberq effekti kimi bir sıra qeyri-adi effektlərin yaranmasına səbəb olur.

Yüksək molekullu polimer məhlullarının özlülüyünün anomaliyası iri polimer molekullarının assosiatlar və asan parçalanan strukturlar əmələ gətirməklə bir-biri ilə qarşılıqlı təsiri ilə izah edilir. Polimerlərin strukturlaşmış məhlulları bir çox hallarda özlülərini plastik sistemlər kimi aparırlar. Bu sistemlər plastik özlülüyün ən aşağı və sürüşmə gərginliyinin son həddi ilə xarakterizə olunurlar. Polimerlər özlü axıcı halda yüksək özlü mayelərdir, onlarda axıcılıqla yanaşı elastik deformasiyalar da artır. Əgər polimer dar molekul kütlə paylanmasına malikdirsə, elastikliyin müşahidə olunmasına baxmayaraq o Nyuton mayesi kimi axır. Geniş molekul kütlə paylanmasına malik polimerdə əsaslı şəkildə özlülüyün anomaliyası – özlülüyün gərginlikdən və sürüşmənin sürətindən asılılığı müşahidə edilir. Axmanın yüksək gərginliklərində elastik deformasiya elə yüksək olur ki, polimer elastik gərginləşmiş vəziyyətdə olur və axmır. Əgər polimer məhluldursa fluktuasiya torunun qovşaqlarının dağılması və seqmentlərin orientasiyası polimerin təbiətindən və məhlulun qatılığından asılı olan elə bir həddə çatır ki, ondan sonra axma sürüşmə gərginliyi çoxaldıqca belə üstmolekulyar struktur artıq dəyişmiş və məhlul yenə

Nyuton mayesi kimi axır. Daha yüksək gərginlik və axma sürətlərində qatı polimer məhlullarında baş verən struktur dəyişiklikləri çox böyükdür və istilik hərəkəti təsiri altında bərpa olunmur. Buna görə də məhlulun özlülüyü çox dəyişir və gərginliyin, axma sürətinin funksiyasıdır, yəni özlülüyün anomaliyası müşahidə olunur.

Makromolekullar tam orientasiya olunduqda axma gərginliyinin dəyişməsi ilə məhlulun özlülüyü artıq dəyişmir, yəni axıcılıq daha aşağı nyuton özlülüyü ilə müşahidə olunur.

Deformasiya zamanı iki proses baş verir:

- fluktasiya torunun və aqreqlərin parçalanması;
- yüksək elastiki özlülüyə səbəb olan makromolekul yumaqlarının, düyünlərin açılması.

QLOBULLAR- makromolekulların (bir və ya daha çox) burulması ilə əmələ gələn sferik hissəciklərdir. Makromolekull aqreqlərindən ibarət olan globullar bir neçə makromolekulun birgə burulması nəticəsində və ya makromolekulların fərdi burulmuş şəkildə bir-birinə bağlanması ilə əmələ gəlir. Zəncirvari makromolekulların qlobul şəklində burulması polimer məmulların məhlul və ya ərinti halında formaya tökmə zamanı və həmçinin həll olmayan mühitdə polimerin sintezi zamanı baş verə bilər.

Makromolekulların dipol momenti –makromolekulda elektrik cərəyanının müsbət və mənfi yüklərin paylanma mərkəzləri arasındakı məsafəyə hasili $\mu=q \cdot l$ olub, maddənin quruluş xüsusiyyətlərindən biridir; Dipol momenti Debay vahidi ilə (D) və ya kulon - metrərlə ($\text{kl} \cdot \text{m}$.) ölçülür. $1D=10^{-18}$ CGCE dipol momenti vahidi olub, $3,33564 \cdot 10^{-30}$ $\text{kl} \cdot \text{m}$ -ə bərabərdir. Ölçmələr dielektrikin keçiriciliyinin təyini və dielektriklərin polyarizasiyasının hesablanması ilə bağlıdır, çünki dipol momenti materialın elektrik sahəsində davranışını müəyyən edir. Dipol momenti ilə dielektrik keçiriciliyi arasında əlaqə ϵ aşağıdakı tənliklə ifadə olunur.

$$\mu^2 = \frac{(\epsilon - n^2)(2\epsilon + n^2)}{\epsilon g} \left(\frac{3}{n^2 + 2} \right)^2 \frac{k T v}{4\pi N_A}$$

burada n -şüasıdırma əmsalı, k -Bolsman sabiti, T -mütləq temperatur, N_A -Avoqadro ədədi, v -molyar həcm, g -maddənin strukturundan asılı olan və daxili fırlanmanın tormozlanmasını xarakterizə edən molekulyar parametrdir. Beynəlxalq Vahidlər Sistemində müvafiq vahidlərdə tənlik sağ tərəfdə məxrəcdən 4π istisna olmaqla yazılır.

Dipol momentinin ən dəqiq təyini molekullar arasında qarşılıqlı təsir olmadığı halda qazda ϵ ölçmələrə əsaslanır. Bu halda dipol momenti təcrid olunmuş molekulun xarakterik xüsusiyyətidir. Dipol momentini təyin etmək üçün polyar məhlullar üsulundan geniş istifadə olunur ki, bu da dipol momentini sonsuz durulaşmada ekstrapolyasiya ilə müəyyən etməyə imkan verir. Dipol momentini bilərək molekulun kimyəvi tərkibini, molekulda yük paylanmasının simmetriyasını, izomerləşmənin olmasını, mürəkkəb birləşmələrdə radikalların düzülüşünü xarakterizə etmək mümkündür.

Makromolekulun dipol momenti zəncir boyunca paylanmış polyar qrupların dipol momentinin vektor cəminə bərabərdir. Buna görə də bütün makromolekulun dipol momentinin qiyməti ilk növbədə polimer zəncirinin konformasiya xüsusiyyətləri ilə müəyyən olunur. Beləliklə, çevik, statistik yumaqlarda sərbəst birləşən makromolekulyar zəncirlər üçün dipol momentinin ortaqvadratik qiyməti $M^2 = N \cdot \mu_0^2$ nisbəti ilə təyin olunur, burada N -zəncirdə polyar qrupların sayıdır; μ_0 -polyar qrupun dipol momentidir. Daxili fırlanmanın qarşısının alınması nəzərə alınmaqla, sərt ikinci strukturu olmayan yumaq şəkilli polimer zəncirləri üçün $M^2 = gN\mu_0^2$. Sərt strukturlu zəncir üçün (sintetik polipeptidlər üçün α -spiral kimi) $M^2 = N^2\mu_0^2$. Buna görə də polimer yumaqlar üçün polyar qrupun yan zəncirdə və ya əsas zəncirdə olmasından asılı olmayaraq, makromolekulun molekul kütləsi adətən onlarla Debay vahidinə bərabərdir, halbuki sərt α -spiral quruluşa malik sintetik polipeptidlərin molekul kütləsi N -in uyğun qiymətlərində minlərlə Debay vahidinə çatır.

Makromolekulların dipol momentinin təyini əsasən əsas və yan zəncirlərdə polyar qrupları olan çevik makromolekullarda daxili

fırlanmanın tormozlanmasını, sərt zəncirli polimerlərdə ikinci dərəcəli quruluş və konformasiya keçidlərinin öyrənilməsi məqsədi ilə aparılır.

QOŞULMUŞ RABİTƏLƏR – strukturda sadə rabitələr ikiqat rabitələrlə və ya bölünməyən elektron cütünə malik (O, S, NR) atom mərkəzləri ilə növbələnən molekularda, ionlarda, radikalarda reallaşan elektron qarşılıqlı təsir tipidir. Belə rabitələrə malik birləşmələrin strukturu qonşu atomların p-orbitlərinin xeyli hissəsinin örtülməsini və çox mərkəzli lokalizə olunmuş π -molekulyar orbitalların yaranmasını təmin edir.

Polimerləşmə tarazlığına rezonans stabilləşmə, mezomer və induktiv effektlər, qoşulma və həddən artıq qoşulma təsir göstərir.

QRAFİT – təbii mineral, karbonun allotrop modifikasiyalarından biridir və müəyyən kristallik quruluş ilə xarakterizə olunur. Qrafit xarici görünüşünə görə gümüşüdən qaraya kimi rəng calarlarında, boz rəngli metal parıltılı, amorf, kristal yaxud lif formalı, xarakterik yağlı mineraldır. Laylı quruluşa malikdir. Xüsusi çəkisi 1.9-2.6 g/cm³-dir. Qrafit bərk səthə yapışmaq qabiliyyəti ilə seçilir. Bu xassəsinə əsaslanaraq ondan bərk səthə sürtməklə nazik təbəqələr (plyonkalar) almaq olur.

Qrafitin kristallik qəfəsinin layları, bir-birinə nisbətən müxtəlif cür – heksoqanaldan (diheqsoqanal-dipiramidal) triqonal (ditriqonal) sinqoniyadək bir sıra simmetriyalı politiplər əmələ gətirməklə, yerləşirlər. Qrafitlər struktur quruluşlarına görə tam kristallik, gizli kristallik, qrafitoid, adətən kömür adlanan yüksək dispersli qrafit materiallara bölünürlər. Tam kristallik qrafitlər öz növbəsində kristalların quruluşuna və ölçülərinə görə yüksək sıxlıqlı kristallik (Boqotol yatağı), pulcuqlu (Taygin yatağı) qrafitlərə bölünürlər. Qrafitin kristallik qəfəsi iki növ olur: heksoqonal (α -qrafit) və romboedrik şəkilli (β -qrafit, metastabil forma). Alfa qrafitin kristallik qəfəsinin hər bir layının karbon atomları qonşu qatlarda yerləşmiş altı bucaqlının mərkəzindən əks istiqamətdə yerləşmişlər. Qatların yerləşməsi müntəzəm olaraq hər laydan bir təkrarlanmış və hər bir lay digərinə nisbətən horizontal istiqamətdə 0.1418 nm sürüşmüş (ABABA yerləşmə) olur. Betta qrafitin

qəfəsində laylar heksoqanal qəfəsdə olduğu kimi bir qatdan bir deyil, iki qatdan bir təkrarlanır. Betta qrafitin metastabil olmasına baxmayaraq təbii qrafitdə onun miqdarı 30%-ə kimi ola bilər. 2230-3030⁰C temperaturlarda romboedrik qrafit tam olaraq heksoqanal formaya keçir. Alfa və betta qrafitlər oxşar fiziki xassəyə malikdirlər (bir qədər fərqli quruluşlu qrafen müstəsna olmaqla). Qrafit kristallarının elektrik keçiriciliyi anizotrop xarakter daşıyır: bazis səthə paralel istiqamətdə metalın elektrik keçiriciliyinə yaxın, bazis xəttinə perpendikulyar istiqamətdə isə bir tərtib aşağıdır. Anizotropluq həmcinin qrafitin səs keçiriciliyi (akustik xassələri) və istilik ötürmə xassəsi üçün də xarakterikdir.

Qrafitin xassələri. Qrafitin geniş tətbiq olunması ona xas bir sıra unikal xassələrə əsaslanır:

- yaxşı elektrik keçiriciliyi;
- aqressiv mühitlərə qarşı davamlılıq;
- yüksək temperatura davamlılıq;
- yüksək yağlanma qabiliyyəti.

QRUNT - boyama məmulatlarında lak boya örtüklərinin alt layını əmələ gətirən materialdır. Qruntun ümumi təyinatı – rənglənən səthlə örtük arasında etibarlı əlaqə yaratmaqla müəyyən olunur. Bununla əlaqədər qrunnt həm rənglənən səthə, həm də boya qatlarına yaxşı adgeziyaya malik olmalıdır. Bundan əlavə qrunntlar təyinatından asılı olaraq metalı korroziyadan qoruyan, ağacın teksturasını “aydınlaşdıran”, səthdə məsamələri dolduran funksiya daşıya bilər.

Qrunntlar təbii və sintetik örtük (plyonka) əmələ gətirici material əsasında hazırlanır və maye, məhlul və dispers şəklinə istifadə olunur.

Qrunntlar aşağıda sadalanan əlamətlərə görə fərqləndirilir:

1) rənglənən materialın tipindən (qara və əlvan metal, aluminium ərintiləri, ağac, parça və s.) asılı olaraq;

2) məmulatın növünə görə (avtomobil təkəri, avtomobil banı, soyuducular və s. üçün);

3) örtmə-yayma üsuluna görə (fırça ilə, məhlulda daxil etmə, səpələmə);

4) qurutma üsulundan (soyuq və ya qaynar) asılı olaraq;
5) istismar şəraitinə görə (tropik iqlim, aqressiv mühitlər, dəniz suyunda və s.)

6) piqmentin növündən (sinkromat, dəmir suriki, qurğuşun suriki və s.) asılı olaraq;

7) plyonka əmələgətirən materialın tipindən (yapışqanlı, yağlı və s.) asılı olaraq;

Metal üçün qruntlar qoruyucu olaraq təsir mexanizminə görə aşağıda sadalanan növlərə bölünürlər:

- passivləşdirici;
- fosfatlaşdırıcı;
- protektor (qoruyucu);
- mühafizəedici.

Passivləşdirici qruntlarda piqment kimi sink və ya stronsium tozundan, bəzən isə sink ağı əlavə edilmiş tərkiblərdən istifadə edilir.

Fosfatlaşmış qruntlar bir və iki komponentli hazırlanır. İki komponentli qruntlar əsas komponent (polivinilbutiral lak və zink tozundan) və turşu durulaşdırıcısından (fosfat turşusunun spirtdə məhlulundan) ibarətdir. Komponentlər istifadədən bir qədər əvvəl bir-biri ilə qarışdırılır. Bir komponentli qruntların tərkibində piqment kimi qurğuşun tozu və ya xromfosfat olur.

Fosfatlaşmış qruntları qara və ya əlvan metalların səthinə çəkdikdə onlar səthlə kimyəvi qarşılıqlı təsirdə olur və digər qruntlara nisbətən metal səthi ilə örtüyün daha möhkəm əlaqəsini təmin edirlər. Qoruyucu xüsusiyyətinə görə fosfatlaşmış qruntlar passivləşdirici qruntlara nisbətən daha zəifdir, ona görə də onların üzərinə passivləşdirici qat vurulur.

Protektor qruntlar çoxlu miqdarda zink tozu ilə piqmentləşdirilir. Onlar sink örtükləri kimi qara və əlvan metallara qarşı protektor xüsusiyyətinə malikdirlər.

İzolyasiyaedici qruntlarda adətən piqment kimi dəmir oksidi istifadə olunur. Bəzən bu qruntlara qurğuşun tozu və doldurucu (talk) əlavə edilir.

Agac qruntlar substratın səthində məsamələri doldurmalı, quruma prosesində hopmamalı və asanlıqla cilalanmalıdır. Ağac üzərində şəffaf və qeyri-şəffaf örtüklərin altı üçün qruntlar mövcuddur.

Parça üzərində qruntlar. Taxta kaskadları üzləmək üçün istifadə edilən kətan parçalar üçün qrunnt kimi yüksək özlü kolloksilin əsaslı nitrolakdan istifadə olunur.

QUMMİRLƏMƏ - metal məmulatlar və digər konstruksiya materiallarını korroziya, eroziya, kavitasiyadan qoruma məqsədi ilə üzərinə rezin və ya ebonit örtüyün çəkilməsi prosesidir. Aqressiv korroziya mühitində dayanıqlı olan rezinlər ən dəyərli kompleks xüsusiyyətlərə malikdirlər, Yüksək elastiklik xüsusiyyətinə malik olmaları səbəbindən bu məmulatlar kavitasiya təsirlərinə, abraziv köhnəlməyə, dağılmaya, temperaturun kəskin dəyişməsi ilə dəyişən mexaniki təsirlərə qarşı müqavimət göstərilər.

Qummirləmə prosesində əmələ gələn örtüklərin antikorroziya xassəsi, onların aqressiv mühitə, istilik və oksidləşdirici təsirlərdən “qocalma”ya qarşı davamlılıqlarından, adgeziya qabiliyyəti isə əsasən kauçukun təbiətindən asılıdır. Yüksək kimyəvi davamlılıq xüsusiyyətinə tərkibində bir neçə doymamış rabitə olan karbon zəncirli kauçuklar (butilkauçuk, etilen-propilen kauçuku) və tərkibində praktiki olaraq ikiqat rabitə olmayan poli-izobutilen malikdir. Rezinin vulkanlaşması buxar (təzyiq altında), qaynar hava (təzyiqsiz), qaynar su, yaxud CaCl_2 məhlulunun təsiri və yaxud da otaq temperaturunda vulkanlaşan rezin qarışığı vasitəsi ilə həyata keçirilir. Örtüyün təyinatından, seçilmiş materialın tipindən, qorunan məmulatın ölçülərindən və s. asılı olaraq, müxtəlif qummirləmə üsullarından istifadə olunur.

Vulkanlaşmamış kalandr olunmuş rezin və ebonit qarışığından ibarət vərəqlərlə yapışdırma geniş yayılmış qummirləmə üsuludur. Belə vərəqlər qorunan məmulata yapışdırıldıqdan sonra vulkanlaşma aparılır (bəzən bu örtüklər vulkanlaşmamış halda da istifadə edilir).

Kiçik detalların və həmçinin vərəqlərin vulkanlaşdırılması və ya yapışdırılması zamanı böyük texnoloji çətinliklər yarandıqda, qorunan məmulatların üzərinə keçirilən qoruyucu detalın tez bir zamanda sıradan çıxıb yenisi ilə əvəz olunması lazım gəldikdə hazır resin əlavələr və yaxud qısa qılafların yapışdırılması daha məqsədə uyğundur.

Resin qarışığının məhlul halında və yaxud həlməşik şəklində çəkilməsi və sonradan vulkanlaşdırılması prosesi (bəzən vulkanlaşdırılmadan) fırça, püskürtmə və başqa sadə üsullarla həyata keçirilə bilər. Bu üsulla qummirləmə mürəkkəb profilli, vərəqlərlə yapışdırmaq çətin və ya mümkün olmayan rezin məmulatların qorunması üçün tətbiq oluna bilər. Bu ortüklərin əlavə qatın çəkilməsi ilə təmiri daha rahat olur.

Lateklərin və sulu kauçuk disperslərinin çəkilməsi məmulatların perspektiv qummirləmə üsuludur. Bu üsul istilik, kimyəvi və elektro-kimyəvi təsir altında sonradan koaqulyasiya edilərək örtük əmələ gəlməsinə əsaslanır.

Qaz-alov və ya çiləmə üsulu əvvəlcədən xırda dispers toza çevrilə və təzyiq olmayan şəraitdə qızdırılıqda praktiki olaraq parçalanmadan yüksək özlü hala keçə bilən, kauçuka bənzər polimerlərin istifadəsində nəzərdə tutulur. Belə tələbata polisulfid kauçukun (tiokol) bəzi növləri cavab verir. Bəzən qummirləməni eyni vaxtda müxtəlif üsullarla aparmaq mümkündür. Məsələn, kimyəvi aparatın daxili tərəfi vərəq şəklində olan rezinlə yapışdırılır, qarışdırıcı kauçuk məhlulla qorunur və örtükdə üzə çıxmış defektlər tez vulkanlaşan pastalar ilə aradan qaldırılır.

QURULUŞ ƏMƏLƏ GƏTİRƏNLƏR - bu, süni rüşeym əmələ gətirənlər, süni kristallaşma mərkəzləri, quruluş əmələ gətirən tənzimləyicilərdir. Quruluş əmələ gətirənlər – polimerin quruluşunu istiqamətli şəkildə tənzimləmək məqsədilə polimer materiala daxil edilən maddələrdir.

Dispers sistemlərdə quruluş əmələ gəlmə - dispers faza hissəciklərinin və onların aqreqatlarının fəza quruluşuna özbaşına birləşməsidir. Bu hal bərk dispers fazalı və maye və yaxud qaz

dispers mühitli (suspenziya, küllər, latekslər və s.) sistemlərdə müşahidə olunur.

QUTTAPERÇA – çox sayda tropik ağacların südlü suyunun (lateks) koaulyasiya məhluludur. Lateksin koaulyasiyası (quttaperça) lateksi bitkidən ayırdıqdan sonra öz-özünə baş verir. Alınan məhsul şirəli quttaperça kimi tanınır. Quttaperça həmçinin ağacların yarpaq və qabığının üzvi həlledicilərlə ekstraksiyasından da əldə olunur.

Əmtəlik quttaperça – bərk, dəriyə bənzər məhsuldur, əsasən karbohidrogendən (qutta) və təbii qatranlardan ibarətdir.

Quttaperçanın dəyəri onun tərkibindəki qutta ilə müəyyən olunur. Qutta-yüksək molekullu doymamış karbohidrogendir, quruluşu isə poliizoprenin $(C_5H_8)_n$ trans-formasına uyğundur. Quttaperçanın makromolekulu təbii kauçukun makromolekulunun həndəsi izomeridir. Quttanın iki kristallik modifikasiyası mövcuddur – α və β . Amorf quttanı yavaş-yavaş soyutduqda α -forma, sürətlə soyutduqda isə β -forma əmələ gəlir. Kristallik quttanın hər iki forması trans konfigurasiyaya malikdir, lakin dönən izomerlərdir. Quttaperçanın ən dəyərli xassələrinə yüksək elektrik müqaviməti, su keçirməməsi və termoplastikliyi aiddir. Quttaperça qatranları sərbəst tətbiq edilə bilər (məsələn, yapışqan izolyasiya lentlərinin hazırlanmasında). Quttaperçanı əsasən yeraltı və yerüstü kabellərin izolyasiyası üçün tətbiq edirlər.

– R –

REAKTORLAR VƏ ONLARIN TƏSNİFATI - kimyəvi proseslərin həyata keçirilməsində istifadə olunan qurğudur. Kimyəvi texnoloji proseslərin əsasını xammal və reagentlərin yeni kimyəvi məhsullara çevrilməsinə əsaslanan reaktor prosesləri təşkil edir.

Prosesi xarakterizə edən əsas göstəricilər reaksiya sürəti və xammalın hazır məhsula çevrilmə dərəcəsidir. Bu göstəricilərin

optimal imkanları reaktorun maksimal məhsuldarlığını və minimum xərclərlə keyfiyyətli məhsulun istehsalını təmin edir.

Reaksiya sürəti reaktordakı temperatur və təzyiqdən, reaktivlərin (və ya qarşılıqlı təsirdə olan maddələrin) qatılığından, o cümlədən, katalizatorun aktivliyindən və ya qatılığından asılı olur. Beləliklə, qeyd olunan amillərin hər biri reaktor proseslərinin tənzimlənməsində istifadə edilə bilər. Müxtəlif proseslərin həyata keçirilməsi üçün nəzərdə tutulmuş kimyəvi reaktorlar konstruksiya xüsusiyyətlərinə görə bir-birindən fərqlənir. Lakin, mövcud fərqlərə baxmayaraq, reaktorların təsnifatının ümumi xüsusiyyətlərini müəyyən etmək mümkündür, bu isə öz növbəsində reaktorlar haqqında məlumatların sistemləşdirilməsini, riyazi təsvirin hazırlanmasını və hesablama üsullarının seçilməsini asanlaşdırır. Reaktorlar aşağıda göstərilən şərtlər üzrə təsnif edilir:

- iş rejimlərinə görə;
- hidrodinamiki şəraitə görə;
- istilik mübadiləsi şərtlərinə görə;
- reaksiya qarışığının faza tərkibinə görə;
- təşkil olunma üsuluna görə;
- zamanla proses parametrlərində baş verən dəyişikliklərin xüsusiyyətlərinə görə;
- konstruktiv və ya dizayn xüsusiyyətlərinə görə.

REOPEKSİYA- zamanla özlülüyün stasionar deformasiya sürətindən asılı olaraq artmasıdır. Dilatantlıq - deformasiya sürəti artdıqca özlülüyün artmasıdır. Deformasiya rejimindən asılı olaraq eyni sistem həm reopeksiya, həm də tiksotropiya nümayiş etdirə bilər. Bu bəzi qeyri-Nyuton mayələrinə xas nadir xassədir ki, mayədə sürüşmə gərginliyi artdıqca onun özlülüyü də zamanla artır.

Reopeksik mayələr, sürtkü materialları kimi onları qarışdırıldıqda qatılaşıb və hətta bərkirir. Reopeksiyaya əks xüsusiyyət - mayələrin qarışdırıldığı zaman özlülüyün azalmasıdır, yəni tiksotropiyadır. Reopeksiya ilə müqayisədə daha çox maddə tiksotropiya nümayiş etdirir. Reopeksiya o dərəcədə ola bilər ki, sistem kövrəkləşsin və axının sürətini artdıqda dağılır. Polimerlərin

reopeksiyasının əsas ümumi səbəbi makromolekulların strukturlaşmasıdır ki, bu da xarici qüvvənin tətbiqi zamanı müxtəlif zəncirlərə aid aktiv qrupların qarşılıqlı təsirinin güclənməsi hesabına və sistemin özlülüyünün artmasına, daha çox düzlənmiş konformasiyaların alınmasına səbəb olur.

REZİNLƏR - kauçukun vulkanizasiyası ilə əldə edilən elastik materiallardır. Rezinlər təbii və yaxud da sintetik kauçukun vulkanizasiya usulu ilə - kauçukun vulkanlaşdırıcı maddələrlə (adətən kükürtlə) qarışdırılmasından alınır. Vulkanlaşmanın dərəcəsinə görə rezinlər yumşaq (1-3% S), yarımberk və berk ebonit (30% S-dən artıq) bölünürlər. Sıxlığı - 1200 kg/m³ olur.

Rezinlər təyinatına görə aşağıdakı kimi bölünürlər:

- yağa və benzinə davamlı;
- turşuya davamlı;
- aqressiv mühitə davamlı;
- istiliyə davamlı;
- temperatura davamlı;
- ozona davamlı;
- elektrikkeçirici.

REZİNLƏRİN MEXANİKİ SINAQLARI – rezin nümunələrin mexaniki xassələrinin təyin edilməsidir. Xüsusi metodların köməyi ilə təyin edilən göstəricilər konkret istismar şəraiti üçün nəzərdə tutulan materialların müqayisəli şəkildə qiymətləndirilməsi üçün yararlıdır. Fiziki metodlar üzrə təyin edilən göstəricilər sınaq üçün nəzərdə tutulan nümunənin konstruksiyasından asılı olmayaraq, nümunənin xassələrini xarakterizə edir. Rezinlərin mexaniki sınaq metodlarına və cihazlara qarşı irəli sürülən tələblər (QOST 269-66) bu materialların mexaniki xassələrinin spesifikliyi ilə izah olunur: nisbətən kiçik gərginlik zamanı yüksək deformasiya, gərginlik və deformasiya arasında olan əhəmiyyətli asılılıq yükləmə vaxtı və sınaq temperaturu ilə bağlıdır. Rezinlərin mexaniki sınaq metodları şərti olaraq, statik və dinamik sınaqlara bölünür. Statik sınaqlara sabit yükləmələr və ya deformasiyalar zamanı və ya nisbətən kiçik yükləmə sürəti zamanı aparılan

sınaqlar aiddir. Dinamik sınaqlara zərbə və ya tsiklik yükləmə zamanı aparılan sınaqlar aiddir.

Statik sınaqlar. Deformasiyanın müəyyən sürət zamanı deformasiya və möhkəmlik xassələri. Bu xassələr dağıdıcı maşınlarda (QOST 270-64 üzrə) deformasiyanın müəyyən sürətində təyin edilir. Sınaqların aparıldığı maşının imkanlarından və rezinin resepturundan asılı olaraq, sınaqlar üçün müxtəlif ölçülər seçilir.

İstiliyə dözümlülük. Yüksək temperaturda rezinin mexaniki xassələrində dönməyən dəyişikliklərin qarşısını almaq məqsədilə sınaqlar 15 dəq-dən artıq qızdırılmayan nümunələr üzərində aparılır.

Uzunömürlük. Bu göstərici sabit temperaturda və verilən dartıcı yükləmədə nümunənin dağılmaya qədər olan müddəti xarakterizə edir.

Gərginliyin qatılığı şəraitində möhkəmlik xassələri:

a) yırtılma müqaviməti (QOST 262-53 üzrə) normal şəraitdə dağıdıcı maşında beş kəsikli oraqvari nümunələrin dartılması ilə müəyyən edilir.

b) yırtmanın xüsusi enerjisi (QOST 12014-66) – nümunənin yırtılma zamanı sərbəst səthinin vahid sahəsinin yaranmasına sərf olunan enerji. Rezinin dartılması zamanı yırtıq əmələ gəlməsini aradan qaldırmaq üçün rezinlər az dartılan parçadan olan alt qata vulkanlaşdırılır.

Elastiki relaksasiya xassələri. Rezinlərin relaksasiyası sabit deformasiya zamanı baş verir və müəyyən vaxt ərzində relaksasiyanın sürəti gərginliyin azalması ilə təyin edilir. Rezinlərin sürüşməsi verilən gərginlikdə müşahidə olunur. Sürüşmə sürətini xarakterizə edən müəyyən vaxt arası deformasiyanın artımı ölçülür. Hər iki prosesdə vaxtdan asılı olaraq gərginlik-deformasiya nisbətində tarazlıq yaradılır.

Tarazlıq modulu E_{∞} - yüklənmə vaxtından asılı olmayaraq, tarazlığın əldə olunması zamanı gərginliyin deformasiyaya olan nisbətidir. Rezinin deformasiya xassələri həmçinin qeyri tarazlıq modulunun şərti göstəriciləri ilə qiymətləndirilir. Statik şəraitdə

dartılma (QOST 210-53 və 412-53) və sıxılma (QOST 265-66) sınaqları yüklərin qısa müddətli təsiri zamanı aparılır.

Rezinlərin bərkliyi (sərtliyi) – materialın sınaqdan keçirilən nümunəsinin ona sancılan müxtəlif ucluqlara göstərdiyi müqavimətlə xarakterizə olunur. Bərklik göstəricisi ucluqların formasından, təsir rejimindən və vaxtdan asılıdır. Bundan başqa, rezin və ucluq arasında olan sürtünmə qüvvəsi, nümunənin altında olan özülün möhkəmliyi və digər amillər rezinin bərkliyinə təsir göstərir. Rezinlərin (eləcə də plastik kütlələrin) sınağı zamanı dərinlik yük çıxarılandan sonra deyil, içəridə olarkən ölçülür. Bu zaman yük və onların təsir müddəti nisbətən kiçik seçilir ki, qalıq deformasiya inkişaf etməsin.

Dinamik sınaqlar:

Elastik histerezis xassələri təyin edilir:

1) zərbə ilə yükləmə zamanı (kəfkirli elastiklik ölçəndə yaxud elastometrlərdə);

2) sərbəst rəqslərin sönmə şəraitində (kəfkirlərdə və ossilloqraflarda);

3) rezonans şəraitində və o olmadığı halda məcburi rəqslərdə (vibratorlarda və rotatorlarda);

4) səsli və ultrasəs tezliklərində (0.5-50 kHs) dalğaların nümunədə yayılma və sönmə sürətinə görə.

Sıçrama üzrə elastiklik yüklənmə zamanı təyin edilir (QOST 6960-54) və nümunəyə vurulan zərbədən sonra kəfkirin rezin nümunədən sıçradığı hündürlüyə nisbəti ilə xarakterizə olunur.

Dinamik E modulu – gərginliyin amplitudasının deformasiya amplitudasına olan nisbətidir. Dinamik elastik histerezis xassələri məcburi qeyri-rezonans rəqslər şəraitində harmonik simmetrik əyilmə (QOST 10828-64) zamanı, şin rezinləri üçün səciyyəvi olan halqalı nümunələrin yellənmə rejimində impuls yüklənmə zamanı rotatorlarda təyin edilir (QOST 10953-64).

Rezinlərin “qocalma”-möhkəmlik dinamik xassələri əsas etibarlı ilə harmonik yüklənmə vaxtı təyin edilir. Bunun üçün yük-

lənmənin simmetrik və asimmetrik tsiklləri fərqləndirilir. “Qocalma”-möhkəmlik dinamik xassələr üçün dözümlülük və dözümlülük əmsalı səciyyəvidir.

Dözümlülük N – verilən şəraitdə nümunənin dağılana qədər çoxsaylı deformatsiya tsikllərinin sayıdır.

Dinamik dözümlülük əmsalı – rezinlərin simmetrik yüklənmə tsiklində dərəcə qanunundan istifadə etməklə təyin edilir (QOST 10952-64).

Çatların əmələ gəlmə müqaviməti – tapşırılan şəraitdə nümunədə gərginliyin xüsusi yaradılan qatılığında səthdə çatlar əmələ gələndəki çoxsaylı deformatsiya tsikllərinin sayıdır.

Çatların böyüməsinə qarşı müqavimət (deşilmə, kəsilmə) – verilən yüklənmə şəraitində çatları (deşilmiş, kəsilmiş) böyüyüb, müəyyən uzunluğa gətirən, çoxsaylı deformatsiya tsikllərinin sayıdır. Çatların əmələ gəlmə və böyümə müqavimətinin təyininə yönəlmiş bütün sınaqlar nümunəni çox sayda əyməklə gərginliyin şıyrım və ya yırtıq şəklində cəmləşdiyi sahələrdə aparılır. Deşmə və kəsmə xüsusi “nizələrlə” edilir. Ziqzaq şəkilli şıyrımlı nümunələrdə (QOST 9983-62) rezin protektor şəklində imitasiya olunur. Ona görə, sınaqlar xüsusi növə aid edilir. Şin nümunələrin təkərində brekerin yüklənməsini imitasiya edərək (QOST 9981-62), nümunələrin dözümlüyü təyin edilir.

Rezin və digər materiallar arasında möhkəmlik rəbitəsi. Bu möhkəmlik rəbitəsini təyin edən statik metodların arasında ən geniş yayılanı – qopartma və laylaşma metodudur. Birincidən rezinin metalla (QOST 209-62) rəbitəsinin möhkəmliyi sınaqdan keçirilərkən, ikincidən isə – çoxlaylı rezin parça nümunələri (QOST 6768-53 və 12255-66) sınaqdan keçirilərkən istifadə olunur.

Rezinin aşağı temperaturda xassələri. Rezinin şaxtaya dözümlülüyünü onun aşağı temperaturda yüksək elastiki deformatsiyasını saxlamaq qabiliyyəti müəyyən edir. Şaxtaya dözümlülük əmsalı (QOST 408-66 üzrə) polimerin aşağı temperaturda deformatsiyasının normal temperatur zamanı eyni yük P altında olan de-

formasiyaya nisbəti ilə təyin edilir. Deformasiya xassələrinin dəyişməsi həm temperaturdan, həm də yüklənmənin vaxt rejimindən asılıdır.

Mexaniki şüşələşmə temperaturu, T_g - rezinin şüşələşmə halına keçid temperaturudur. Bu zaman proses yüksək elastik deformasiya qabiliyyətinin itirilməsi ilə müşayiət olunur. Mexaniki şüşələşmə temperaturu yüklənmənin vaxt rejimindən asılıdır. Bu göstərici QOST 12254-66 üzrə təyin edilir.

Kövrəklik temperaturu $T_{köv}$. – rezinin dağılmadığı ən aşağı temperaturdur. Bu temperaturda konsola bərkidilmiş nümunə çat verir və yaxud zərbə zamanı sınır (QOST 7912-56). Kövrəklik temperaturundan aşağı temperaturda rezinlər nəzərə çarpan dərəcədə deformasiya olmadan dağılır.

Yeyilməyə davamlılıq. Rezinlərin yeyilməyə davamlılığı sürtünmə, sürüşmə və ya sürüşdürülərək yelləmək şəraitində aparılır. 100% sürüşdürülmə rejimində aparılan (QOST 426-66) sürtünməyə müqavimət sınaqları (QOST 426-66, 12251-66) geniş yayılmışdır.

Qocalmaya müqavimət. Qocalma – qeyri-mexaniki amillərin (istilik, işıq, ozon, oksigen və digər aqressiv mühit) təsiri altında rezinin mexaniki xassələrinin geri dönməyən dəyişikliyi. Mexaniki və qeyri-mexaniki amillərin eyni vaxtda təsiri rezinlərin qocalmasını sürətləndirir. Sınaqlar müxtəlif ətraf mühit şəraitində aparılır: açıq havada və yaxud süni yaradılmış şəraitdə (QOST 11140-65), qaranlıq şkaflarda saxlamaqla (QOST 271-53), oksigen mühitində süni saxlamaqla (QOST 271-53), yüksək temperaturun təsiri altında (QOST 271-67), ozon mühitində statik (QOST 6949-63) və dinamik (QOST 11805-66) deformasiyalar zamanı, işığın və ozonun dartılmış nümunələrə kombinə olunmuş təsiri ilə (QOST 11054-64), gərginliyin relaksasiyası şəraitində yüksək temperaturun təsiri altında statik deformasiya zamanı (QOST 9982-62, 11099-64) və sürüşdürmə zamanı (QOST 10269-62).

Qocalma əmsalı ilə təbii və istiliyin təsirindən qocalmanın nəticələri qiymətləndirilir.

Qocalma əmsalı – qocalmadan sonra rezinin hər hansı mexaniki xassə göstəricisinin qocalmadan əvvəlki həmin göstəriciyə olan nisbətidir. Rezinin ozon və istiliyin təsirindən çatlamaya qarşı möhkəmliyi çatların əmələ gəldiyi və tamamilə dağıldığı vaxt ilə, həmçinin bal sistemi (çatların sayı və dərinliyi üzrə) üzrə vizual xarakterizə olunur.

Müxtəlif mühitlərin (turşular, yağlar, qələvilər və s.) təsirinə qarşı müqavimət – aqressiv mühitlərin təsirindən sonra mexaniki xassələrin dəyişməsi ilə bu göstəricilər QOST 424-63, 11596-65 üzrə qiymətləndirilir.

Rezin süngərin (qubka) və ebonitlərin sınaqdan keçirilməsi. Süngər (qubka) rezinlərin spesifikasiyası onların quruluşunun xüsusiyyətləri ilə əlaqədardır. Məsələlərin olması QOST 409-68 üzrə qiymətləndirilir.

Rezin süngərlərin deformasiya xassələri- nümunəni statik sıxılma ilə (QOST 11139-65) H bərkliklə [n (kq) ilə ölçülən, 1 dəqiqədə nümunənin 60% yığılmasına səbəb olan P yükün S_0 -nümunənin səthinin sahəsinə (m^2) olan nisbəti] təyin edilir. Rezinlərin elastikliyi kəfkiqli elastometrə də zərblə sıxılaraq, sıçrama əsasında (QOST 425-41) təyin edilir.

Rezin süngərlərin yorucu-möhkəmlik xassələri – sıxılma zamanı qiymətləndirilir. QOST 11721-66 üzrə silindrik nümunələrin möhkəmliyi təyin edilir.

Rezin süngərlərin istilikdən qocalma xassələri (70°C-də 96 saat ərzində) bərklik üzrə (QOST 12534-67) qocalma əmsalı ilə qiymətləndirilir. Gərgin halda qocalmanın nəticələri (24 saat ərzində 70°C-də müxtəlif dərəcə sıxıldıqdan sonra) elastiki bərpa olma üzrə qiymətləndirilir (QOST 11722-66).

Ebonitlər analogi olaraq, plastik kütlələr kimi, QOST 211-41, 255-41, 258-41, 272-41 üzrə sınaqdan keçirilir.

REZİNLƏRİN YORULMASININ QARŞISINI ALAN TƏRKİBLƏR, *antifleksintlər* - çoxsaylı təkrar deformasiyaya məruz qalan rezinlərin yorulmaya qarşı müqavimətinin artırılması, yəni, keyfiyyətini tam itirənə qədər deformasiya dövrlərinin sayının artması, həmçinin təkrar dəyişən mexaniki təsirlər altında

xassələrindəki dəyişikliklərin ləngidilməsi məqsədilə istifadə olunan tərkiblərdir. Yorulmaya qarşı tərkiblərin istifadəsi nəticəsində rezinlərin ilkin xassələrinin dəyişmə sürəti azalır və istismar müddəti yüksəlir. Bu tərkiblər həmçinin rezin vulkanlaşma sürətinə və xüsusiyyətlərinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərə bilər. Bu tərkiblərin qoruyucu təsiri təkrar deformasiya şəraitində rezində baş verən oksidləşmə prosesinin qarşısının alınmasına əsaslanır. Yorulma polimer nümunəsinin makroskopik ölçülərində və fiziki strukturunda dəyişikliklərə səbəb ola bilər. Onlar tikili polimerlərin üçölçülü şəbəkə quruluşuna, elastiklik, möhkəmlik, dielektrik və s. kimi texniki xassələrinə təsir göstərə bilər.

Polimer materiallarının yorulması quruluş qüsurları (defektləri) olan sahələrdə gərginliyin artmasına səbəb olur, bu isə polimer molekullarının, o cümlədən tikili polimerlərdə tikici əlaqələrin qırılması ilə nəticələnir. Defektlərin uc hissəsində əmələ gələn sərbəst makroradikallar yüksək lokal qatılıqlara çata bilər. Onların oksigen və digər aşağı molekül kütləli birləşmələrlə (məsələn, qatışıqlarla, işçi mühitlə) və ətrafında olan makromolekulların fragmentləri ilə zəncirvari reaksiyaları əlavə kimyəvi destruksiyaya, nəticədə isə mikrodefektlərin dağılma ocaqlarına çevrilməsinə səbəb olur.

REZONANS STABİLLƏŞMƏ – Polinq nəzəriyyəsinə əsaslanır.

Nəzəriyyənin qısa məzmunu belədir: Quruluşu bir neçə struktur formul şəklində ifadə olunan, nüvələr arasında elektron cütünün paylanma üsulu ilə fərqlənən, molekül və ionlar üçün real elektron və həndəsi quruluş heç bir struktura uyğun gəlmir və onların arasında aralıq yer tutur. Struktur rezonansı molekül və ya ionların əsas vəziyyətinin stabilləşməsinə aparır. Rezonans enerjisi əsas vəziyyətin stabilləşmə ölçüsüdür. Beləliklə, rezonans nəzəriyyəsinin əsasını rezonans struktur yığıcı təşkil edir. Delokallaşma və rezonans stabilləşmənin artırılması daxili enerjini və molekulların entalpiyasını azaldır. Əgər polimer müəyyən dərəcədə elektronların delokalizasiyası ilə stabilləşmiş, monomer isə stabilləşməmişsə, onda ΔH mənfi olacaqdır. Bu zaman tarazlıq

polimerə tərəf yönələcəkdir, yəni, sərbəst elektronların atomlar arasında delokalizasiya yolu ilə rezonans stabilləşməsi monomerlərin polimerləşməsini asanlaşdırır.

– S –

SƏTHİ AKTİV MADDƏLƏR (SAM) – iki faza sərhəddindəki səthdə adsorbsiya olunaraq, bu səthdə yüksək qatılıqlı təbəqə (adsorbsiya təbəqəsi) əmələ gətirən maddələrdir. Bu maddələr – termodinamiki fazaların sərhəddindəki səthə daxil olaraq səthi gərilməni azaldan kimyəvi birləşmələrdir. Müvafiq şəraitdə maye məhlulun və ya qazın (buxarın) komponenti olan hər hansı bir maddə SAM ola bilər. Belə ki, SAM-lar molekullararası qüvvələrin təsiri ilə bu və ya digər fazalararası səthlərdə toplanı bilər. SAM-ların əsas kəmiyyət göstəricisi – səthi aktivlikdir. Səthi aktivlik maddənin fazalararası sərhəddə səthi gərilməni aşağı salma qabiliyyətidir və bu SAM qatılığı sıfıra yaxınlaşdığı təqdirdə səthi gərginliyin qatılığa hasilinə ifadə olunur.

SAM-ın molekulu və ya ionlarının adsorbsiya qatında yığılması və istiqamətlənməsi, səmtlənməsi (oriyentasiyası) onların ikili xassəyə malik olmasının nəticəsidir. SAM-ların hər bir molekulu lipofil (bir, yaxud bir neçə karbohidrogen radikalları) və hidrofil (bir, yaxud bir neçə polyar qrup) hissəyə malikdir. Molekulun lipofil hissəsi onun polyar mühitdən (məsələn, su) qeyri-polyar mühitə (məsələn, karbohidrogen) keçməsinə müəyyən edir. Hidrofil qruplar isə əksinə, molekulu polyar mühitdə saxlayır, yaxud molekulu karbohidrogen fazadadırsa, onun polyar mühitə keçməsinə müəyyən edir. Maye karbohidrogenlərdə həll edilmiş SAM-ın səthi aktivliyi hidrofil qruplarla bağlıdır. Hidrofil qrupların növünə əsasən SAM-lar ion, yaxud ionogen və qeyri-ion, yaxud qeyri-ionogen SAM-lara bölünürlər.

Bütün SAM-ları onların həlledici ilə qarşılıqlı təsiri zamanı (praktiki əhəmiyyət kəsb edən su ilə) yaranan sistemin növünə görə iki qrupa bölmək olar. Birinci qrupa mitsella əmələ gətirən

SAM-lar (yarı kolloid, sabunabənzər), ikinci qrupa isə mitsella əmələ gətirməyən SAM-lar aiddir.

İonogen səthi aktiv maddələr – bu tip SAM-lar məhlulda ionlara dissosasiya edir və bu ionlardan biri adsorbsiya aktivliyinə malik olur. Əgər adsorbsiya edən ion anionlardırsa, onda bu SAM anion yaxud anionoaktiv, əks halda kation, yaxud kationoaktiv SAM adlanır. Bəzi SAM-lar həm turşu, həm də əsasi qruplara malik olur. Belə SAM-lar amfoter xassəyə malik olub, mühitin pH-dan asılı olaraq özlərini anionoaktiv, yaxud kationoaktiv SAM kimi aparırlar.

Qeyri-ionogen SAM-lar - bu tip SAM-lar həll olduqda ionlara dissosasiya etmirlər. Onlarda hidrofilyk fraqment rolunu adətən, hidroksil qrupları və müxtəlif uzunluqlu poliqlikol zəncirləri (polioksietilen, yaxud polietilen oksid) yerinə yetirir.

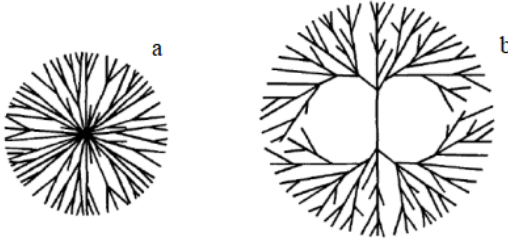
Mitsella əmələ gətirən SAM-lar – bu maddələr bəzi “kritik” qatılıqdan yuxarı qatılıqlı məhlullarda (bu qatılıq hər bir maddə üçün təyin edilir) mitsella, başqa sözlə sayı bir neçə onluqdan bir neçə yüzlüyədək olan molekulyar, yaxud ion assosiatları əmələ gətirirlər. Mitsella əmələ gətirmənin kritik qatılıqlarından aşağı qatılıqlarda maddə həqiqi həllolma vəziyyətində, bu qatılıqdan yuxarı qatılıqda isə, həm həqiqi həll olmuş, həm də mitselyar vəziyyətdə olur. SAM-ın mitsellaları molekullar ilə dönər termodinamiki tarazlıq halında olurlar. Məhlulu durulaşdırdıqda onlar parçalanır, məhlulun qatılığı artdıqda isə yenidən əmələ gəlirlər. Adətən, belə məhlullar yuyucu qabiliyyətə malik olurlar .

Mitsella əmələ gətirməyən SAM-lar – bu tip səthi aktiv maddələr nə məhlullarda, nə də adsorbsiya qatlarında mitsella əmələ gətirmirlər. İstənilən qatılıqda onlar həqiqi həll olmuş vəziyyətdə olurlar.

Lakin, SAM-lar müəyyən həllolma həddinə malikdirlər (kritik mitsella əmələ gətirmə qatılığı, yaxud KMQ) və SAM qatılığı bu həddə çatdıqda məhlula SAM əlavə olunduqda belə fazalarası sərhəddə qatılıq sabit qalır. Bununla yanaşı məhlulda SAM molekullarının öz-özünü təşkil prosesi baş verir (mitsella əmələ gətirmə yaxud aqreqasiya). Belə aqreqasiya nəticəsində mitsella

əmələ gəlir. Mitsella əmələ gəlmənin xarici əlaməti SAM məhlulunun rənginin bulanmasıdır. Mitsella əmələgətirmə zamanı mitsellalarla işığın sınması hesabına SAM-ın suda məhlulları da, həmçinin mavi rəng, həlməşik şəkilli çalarlar alırlar.

SFEROLİTLƏR. Yumru, kristal cisimlərdir. Sferolitlər müəyyən mərkəzdə yaranır və sonra onların rasial böyüməsi müşahidə olunur. Sferolitlərin daha münasib strukturu - fibrilyar və ya iynəvari görünüşdür. Lakin, belə quruluşa həmçinin lentlər, lamellər və daha mürəkkəb kristal quruluşlar malik ola bilər (şəkil). Yekcins doldurma üçün şaxələnmə fəzası kiçik bucaq altında inkişaf etməli və qeyri-kristal şaxələnmə, ən azı şaxələnmə nöqtəsindən bir qədər aralı məsafədə olmalıdır (şəkil).



Sferolitlərin iki əsas tiplərinin sxematik olaraq ikili təsviri.

Sferolitlərin böyüməsi iki yolla həyata keçirilə bilər:

- mürəkkəb heterogen kristal birləşmədən kristal quruluşun bütün istiqamətlərində radial yayılma yolu ilə;
- kiçik ilkin kristaldan.

Sferolitlər nisbətən yüksək özlüklü ərintilərdən, yəni diffuziya sürəti kiçik və diffuziya sabitinin böyümə sürətinə nisbəti kiçik olduğu halda xüsusilə asanlıqla əmələ gəlir. Belə şəraitdə fibrilyar böyüməyə səbəb olan skeletləşmə və şaxələnmənin əmələ gəlməsi üstünlük təşkil edir. Sferolitləşmənin üç daha mühüm xüsusiyyəti:

- izotermik şəraitdə sferolitlərin sabit radial böyümə sürəti;
- kristallaşma temperaturunun artırılması zamanı sferolitlərin daha kobud dispers quruluşunun əmələ gəlməsi;

- bir sistemdən digərinə keçid zamanı kristal subquruluşun morfoloqiyasının əhəmiyyətli dəyişməsi məlumdur.

Müəyyən şəraitdə qeyri-dentrik tipli sferolitlər əmələ gəlməklə böyümədə xüsusi şaxələnmə baş verir.

Sferolitlər özünəməxsus optiki xassələrə malik olurlar. Bu xassələr hər bir kristalda bu kristal quruluşa xas indikatriza ilə xarakterizə olunur. İndikatriza radiusu elektrik vektorlu işığın sınma göstəricisinə uyğun olan, radiusa paralel surətdə rəqs edən ellipsoiddən ibarətdir. Optiki izotrop mühit üçün indikatriza sferadır: bir oxlu kristallar üçün – fırlanma ellipsoididir, burada optiki ox fırlanma oxu sayılır; iki oxlu kristallar üçün – üç oxlu ellipsoid, onun hər bir optiki oxu mərkəzdən keçir və iki dairəvi kəsikdən birinə uyğun gəlir.

Sferolitlər həm uzanmış, həm də yığılmış zəncir halında əmələ gəlir. Birinci halda lamellər ilkin tək lameldən şaxələnərək, sferolit şəkildə bir-birinə nisbətən əyilmiş olur.

SİLİSIUM ÜZVİ HİDROFİBİZATORLAR- materiala hidrofob (su itələyici) xüsusiyyət vermək üçün müxtəlif materialların səthinin təmizlənməsində istifadə olunan maddələrdir. Hidrofobizasiyanın mahiyyəti müxtəlif səthi aktiv maddələrin işlənmiş səthə sorbsiya edilməsidir. Bu halda hidrofob molekullar səthə elə yönəldilmişdir ki, qeyri-qütblü olanlar, məs. karbohidrogen fraqmentləri xarici məkana, qütb fraqmentləri isə emal olunan səthə doğru yönəldilir. Nəticədə sonuncu hidrofob karbohidrogen qrupları tərəfindən qorunur və su ilə nəmlənmə itir. Hidrofobizasiya zamanı işlənmiş səthdə davamlı lak tipli örtük deyil, materialın buxar və qaz keçiriciliyi qorunub saxlanılan maddənin ən nazik (monomolekulyar həddə) təbəqəsi əmələ gəlir.

SİNEREZİS –həlməşik, laxta kütlədən mayenin ayrılmasıdır. Sinerezis adətən ilkin forma saxlanılmaqla laxtanın (həlməşiyin) həcmnin azalması ilə müşayiət olunur. Sinerezisə koaulyasiyanı yaradan bütün faktorlar səbəb ola bilər: elektrolitin qatılığının artması, temperaturun yüksəlməsi, sistemə desolvatlaşdırıcı agentlərin daxil edilməsi, koaulyasiya strukturunun mü-

təhərriqliyi və elastikliyi. Tikili strukturlaşmış polimerlərin tarazlıqla şişməsindən alınan həlməşik kütlədə sinerezis yalnız sistemin hal parametrləri (temperatur, xarici güc sahəsinin təsir xarakteri) dəyişdikdə və yaxud makromolekulların əlavə tikilməsi baş verdikdə müşahidə olunur. Tikilməmiş polimerlərin məhlullarından alınan həlməşik temperaturun dəyişməsi nəticəsində və ya artıq miqdarda qeyri-həlledici əlavə etdikdə tam laylara ayrılmamış ikifazlı sistemə oxşayır. Bu sistemdə sinerezis durulmuş fazanın qatı fazadan özbaşına ayrılma prosesini təşkil edir. Laxtaya xarici güc sahəsi (məsələn, dartılma) tətbiq etdikdə məcburi sinerezis müşahidə olunur. Tikilmiş polimerlərdən alınan laxtada yuxarıda qeyd olunan şəraitdə sistemin sərbəst enerjisinin dəyişməsi nəticəsində polimer və həlledici arasında tarazlıq pozulur.

Sinerezis böyük praktiki əhəmiyyətə malikdir. Belə ki, plastifikasiya olunmuş polimerlərdə çox zaman plastifikatorun tədricən “üstə çıxması”, tərkibindən kənarlaşması müşahidə olunur. Bu hal sistemə artıq miqdarda plastifikatorun əlavə edilməsi və ya xarici şəraitin dəyişməsi nəticəsində komponentlərin uzlaşmaması halına dəlalət edir.

SİNTEYİK LATEKSLƏR- kolloid sistem olaraq sintetik polimerlərin sulu dispersiyalarından ibarətdir. Sintetik lateksdə polimerin makromolekulları qlöbulyar halda qalır. Sintetik latekslərin kolloid sistemi səthi aktiv maddələrlə (emulqatorlarla) stabilləşmiş olur. Sintetik latekslərin çoxu –elastomerlərin sulu dispersiyası olaraq emulsiyada polimerləşmə zamanı əmələ gəlir. Bəzi sintetik latekslər hazır polimerlərin suda dispersləşməsi ilə (məs. butilkauçuk, sintetik izopren kauçuku) hazırlanmışdır. Belə dispers sistemlər suni lateks adlanır. Sintetik latekslərə həmçinin termoplastların sulu məhlulu da aiddir (məs. polivinilasetat, polivinilxlorid), hansı ki, emulsiyada və yaxud da suspenziyada polimerləşmə zamanı alınır. Sintetik latekslər polimerin kimyəvi tərkibinə görə butadien-stirol, butadien-nitril, xlorpren və s. növlərə bölünür.

Tətbiqi- Sintetik latekslərin tətbiq sahələri müxtəlifdir və arasıkəsilmədən genişlənir. Sintetik latekslərin böyük bir hissəsi süngər rezinlərin və lateks məhsulların istehsalına sərf olunur. Sintetik latekslər əsasında yapışqanlar və boyalar istehsal olunur. Sintetik latekslərin əsas tətbiq sahəsi – kağız istehsalıdır. Bu zaman kağızı lateks kütləsinə daxil edərək onunla hopdurur və ya lateksi kağız üzərinə çəkirlər (bu sonuncu üsul daha geniş istifadə edilir). Sintetik latekslər kağızın möhkəmliyini, elastikliyi, nəmə və yağ davamlılığını artırmaq, həmçinin xarici görünüşünü yaxşılaşdırmaq və üzərində mürəkkəbin axmasını azaltmaq məqsədi ilə istifadə olunur. Sintetik latekslər əsasında tekstil materialların emalında istifadə olunan kompozisiyalar onların istismar xassələrini, (möhkəmlik, elastiklik, yeyilməyə, su və qaza qarşı və aqressiv mühitə qarşı davamlılıq göstəricilərini yaxşılaşdırmaq, adgeziyanı yüksəltmək məqsədi daşıyır. Toxuculuqda sapların və ipliklərin emalında bu kompozisiyaların tətbiqi parçaların aşınmasını azaldır və bəzi hallarda yellənməmiş iplərin istifadəsinə şərait yaradır.

Sintetik latekslər istehsalda bağlayıcı kimi də istifadə olunur: 1) rezin asbest məmulatların (asbest karton, friksiya məmulatları) istehsalında, harada ki, istifadə edilən asbest lifləri əvvəlcədən lateks kompozisiyalar ilə işlənir 2) rezin saç – bitki liflər, heyvan tükü və onların qarışığı əsasında materiallar, sintetik latekslərin istifadəsinə əsaslanan bağlayıcı tərkib kimi kompozisiya materiallarının hazırlanmasında istifadə edilir (bu materiallardan avtomobil və mebellər üçün oturmaq hazırlanmasında istifadə olunur) 3) mantar unundan, yonqar, saman, kətan yedəklər və s. əsasında preslənmiş materiallar alınmasında.

Sintetik latekslər təbii dərinin zədələnmiş üz hissəsinin emalında, həmçinin dəri ləkələrinin istehsalında istifadə olunur. Suni dərinin istehsalında sintetik latekslər astar kimi tətbiq edilir (onlar dərinin örtük materialı ilə əlaqəsinin möhkəmliyini yüksəltmək üçün parça və parça olmayan materiallara tətbiq olunur), ləkələr və həmçinin xırdalanmış dəri liflərin sulu dispersiya komponentləri kimi istifadə olunur.

Sintetik latekslər tikintidə:

1) polimersementin hazırlanmasında, xüsusən döşəmə örtüklərinin quraşdırılmasında;

2) yeni tökülmüş betonun bərkiməsini sürətləndirən suya davamlı örtüyün tətbiqində

3) bitum kompozisiyalarının komponenti şəklində yol örtüyü kimi istifadə edilən materiallarda və tikinti konstruksiyalarında əlaqələndiricilərin bərkidilməsi üçün istifadə olunur.

Sintetik latekslər torpağı külək eroziyasından qorumaq üçün istifadə edilən kompozisiyaların tərkibinə əlavə edilir. Bu cür kompozisiyaları kiçik bir sərfiyyat ilə torpağın səthinə çilədikdən 2-3 saat sonra toxumların cücərməsinə mane olmayan bir qoruyucu təbəqə əmələ gəlir. Sintetik latekslər əsasında metallar üzərinə korroziyaya qarşı polimer örtüklərin, konserv bankalarının tikişlərini bağlamaq üçün pastaların və s. alınmasında istifadə olunur.

SİNTEKİK LİFLƏR - sintetik polimerlərdən alınan kimyəvi liflərdir. Sənayedə sintetik lifləri istehsal etmək üçün poliamidlər, poliefirlər, poliakrilonitril, poliolefinlər, polivinilxlorid və polivinil spirtindən istifadə olunur.

Sintetik liflərin istehsalı aşağıdakı mərhələləri əhatə edir; 1) əyirici ərintinin (poliamidlər, poliefirlər, poliolefinlər) və ya məhlulun (poliakrilonitril, polivinilxlorid, polivinil spirti) hazırlanması və sonra hava qabarcıqlarının və qarışıqların kənarlaşdırılması; 2) məhluldan (ərintidən) lifin alınması, sonra istiliklə fiksasiya yolu ilə və plastik halda dartılmaqla uzadılması; 3) alınmış liflərin işlənməsinin tamamlanması (müxtəlif reagentlərlə emal, yağlama, qurutma, bükmə, qablaşdırma).

SOLVATLAŞMA. Solvatlaşma – müxtəlif təbiətli molekullar arasında qarşılıqlı təsirdir, yəni həll edilmiş zərrəciklərin (monomerlər və makromolekullar) həlledici ilə qarşılıqlı təsiridir (əks assosiasiya prosesi). Elektrostatik və Van der Waals qüvvələrinin təsiri altında, habelə koordinasiya və hidrogen rabitələri vasitəsilə baş verə bilər. Yaxın və uzaq, fiziki (elektrostatik qarşılıqlı təsir) və kimyəvi (spesifik) solvatlaşma fərqləndirilir. Solvatlaşmanın

ən yüksək effekti spirtlərdə müşahidə olunur (spirtlərin solvatlaşma istiliyi 10,5...16,8 kCoul /mol arasındadır).

Məlum olduğu kimi, polimerləşmə - tarazlıqlı dönməyən prosesdir. Polimerləşmə temperaturunun son həddi polimerləşmənin termodinamik tarazlığının yaranması meyarıdır. Bu zaman düz polimerləşmə reaksiyanın sürəti əks reaksiyanın (depolymerləşmənin) sürətinə bərabər olacaqdır.

Polimerləşmə prosesində kompleks əmələgəlmənin təsiri mühitlə güclü qarşılıqlı təsirin hesabına termodinamik tarazlığın dəyişməsi imkanı ilə müəyyənləşir. Belə qarşılıqlı təsir monomerin reaksiya qabiliyyətini xeyli dəyişdirir. Bu prinsipdən piridin və xinolinin aromatik tsikllərinin qırılması ilə polimerləşməsində istifadə edilmişdir.

Tarazlıq şəraitində zəncirin uzunluğunun yenidən paylanması yalnız “canlı” makromolekullara aiddir. Bu o deməkdir ki, ümumi halda son paylanma “canlı” və “ölü” zəncirlərin eksponensial paylanmalarının cəmindən ibarət olub, polimerləşmənin kinetik parametrləri ilə müəyyənləşir.

SOTOPLASTLAR – nazik təbəqəli materiallardan hazırlanan süni materialdır.

Sotoplastlar – müxtəlif növ kağızı, parçanı polimer kompozisiyalarla hopdurmaqla, folqadan, kartondan və s. hazırlanan qafre materialları yapışdırmaqla alınan, həndəsi cəhətdən yuvacıqları düzgün strukturlu materiallardır. Sotoplastların yuvacıqları altı tərəfli, romb şəkilli, kvadrat, sinusoidal və digər formada ola bilər. Çox vaxtlar izolyasiya - hopdurulmuş kağız, kraft-kağız və yaxud bitumlaşdırılmış kağız əsasında kağız sotoplastlar hazırlanır. Parça sotoplastlar üçün bez, şüşə parça tətbiq edilir. Sotoplastı yapışdırmaq və hopdurmaq üçün karbamid, fenolformaldehid, epoksid və poliefir polimerlərindən istifadə olunur. Sotoplastların hazırlanmasında bir-neçə metoddan istifadə edilir: düzgün profil verilmiş vərəqlərin yapışdırılması, paketlərin dartılması, həcmi formalaşma.

Birinci metod (düzgün profil verilmiş vərəqlərin yapışdırılması) üzrə kağız və ya parça maye polimerlə hopdurulur, qurudulur, sonra isə profilli ilkin materiala preslənir. Tədarük olunan ilkin materialın tinlərinə yapışqan çəkilib və onlardan tələb olunan qalınlıqda bloklar yığılır. Profilləşmiş tədarüklərin üstünü həmçinin yastı vərəqlərlə örtmək və qızdırmaqla onları üçqatlı panel kimi yapışdırmaq olar.

İkinci metod (paketlərin dartılması) üzrə sotoplast hazırlayarkən kağız və ya parça metal səthə (barabana) yapışdırılır. Bu zaman yapışdırılan səthə yapışqan zolaqları çəkilib. Sonra zolaq halında kəsilib, dartılır və polimer məhlulu ilə hopdurulur. Polimer quruyandan və bərkliyəndən sonra sotobloklar stabil forma halına düşür və yüksək dərəcədə bərkliyə və möhkəmliyə malik olur.

Üçüncü metodda (həcmi formalaşmada) sotlar xüsusi toxucu dəzgahlarında pambıq/parça, şüşə, asbest, metallik və digər parçalardan forma halına salınır. Yuvacığın düyünlərində sapların hörülməsi sayəsində sotlar yüksək möhkəmliyə malik olur. Dəzgahdan çıxarılan sotlar polimer məhlulu ilə hopdurulur və onun növündən asılı olaraq, bu polimer üçün tələb olunan parametri vermək üçün istilik emalına cəlb edilir. Sotoplastların xassələri əsas etibarilə sotun yuvacığının formasından və ölçüsündən, özülün möhkəmliyindən, hopdurmaq üçün tətbiq olunan polimerin növündən, krioloji prosesin düzgün aparılmasından asılıdır.

Sotoplastlar anizotrop materiallardır. Ona görə də onların möhkəmliyi və elektrik keçiriciliyi tətbiq edilən yükün istiqamətindən və yuvacıqların yerləşməsinə münasibətdə istilik axınının hərəkət istiqamətindən asılıdır. Sotoplastların orta sıxlığı adətən $60-90 \text{ kg/m}^3$ həddində, yuvacığa paralel istiqamətdə sıxıcı qüvvənin təsiri zamanı möhkəmlik $1,2-1,4 \text{ MPa}$, perpendikulyar istiqamətdə isə $0,15-0,12 \text{ MPa}$ təşkil edir. İstilik axını yuvacığın divarına paralel istiqamətə yönəldikdə istilik keçiriciliyi $0,09-0,096 \text{ W/(m}^\circ\text{C)}$ –dən başlamaqla, perpendikulyar yönəldikdə $0,07 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ –dək dəyişə bilər. Konveksiyanı azaltmaq üçün sotoplastın yuvacıqları yüksək məsaməli səpələnən materialla, məsələn,

mipor, silipor qırıntıları ilə doldurulur. Bu halda sotoplastların istilik keçiriciliyi xeyli azalır. Sotoplastlar divar panellərinin, örtüklərin, çox zamanlar – qapıdan soyuğun daxil olmasının qarşısını almaq və daxili arakəsmələri yüngülləşdirmək üçün tətbiq edilir. Sotoplast material üçün kifayət qədər yüksək istilik və elektroizolyasiya xassələri və radioşəffaflıq xarakterikdir.

STEREOİZOMERLƏŞMƏ – bu, molekulların fəza quruluşu barədə anlayışdır. Monomer manqalarının stereoizometriya xüsusiyyətləri onlarda stereoizomer mərkəzin (və ya mərkəzlərin) olması ilə müəyyən edilir. Bu mərkəz tetraedrik karbon atomu, yəni, dörd valentli karbon atomu (və yaxud silisium, germanium və s.) ola bilər. Xətti molekulda tetraedrik karbon atomunun valentliyi aşağıdakı kimi paylaşdırılmışdır: ikisi əsas zəncirin əmələ gəlməsində (biri – zəncirin başlangıcına, digəri isə – onun sonuna yönəlmişdir) iştirak edir, digər ikisi isə əsas zənciri yan qollarla birləşdirir. Molekulun stereokimyəvi strukturunu xarakterizə etmək üçün xiralıq (dissimetriya) anlayışı vardır. Molekul özünün güzgü əksinə identik olmadıqda xiral adlanır. Bütün xiral molekullar optiki cəhətdən aktivdir və optiki aktiv birləşmələrin molekulları xiraldır. Belə uyğunluq assimetriya anlayışı ilə müqayisədə xiral anlayışının üstünlüyüdür. Belə ki, optiki aktiv molekullar simmetriyanın bəzi elementlərinə malik ola bilər.

Əsas zəncirdə stereoizomerləşmənin aktiv mərkəzlərinin müntəzəm yerləşməsi, yəni sterik nizamlıq *taktiklik* adlanır.

İzotaktik polimer hər manqası stereoizomerin bir mərkəzini saxlayan və bu mərkəzlərin konfiqurasiyası ilə eyni olan polimərə deyilir.

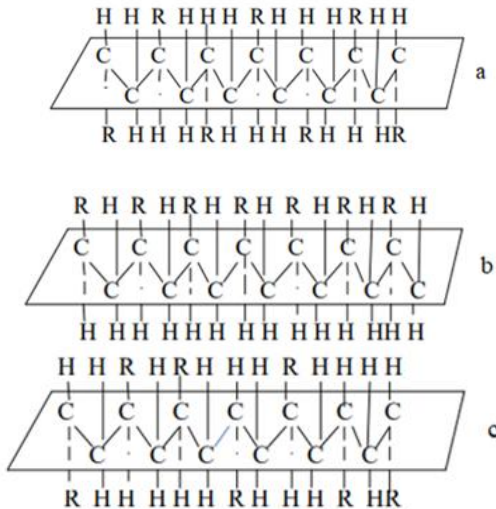
Sindiotaktik polimerlər – hər monomer manqasında stereoizomerin bir mərkəzini saxlayan və qonşu mərkəzləri əks konfiqurasiyaya malik olan polimerlər adlanır.

Əgər polimerlər monomer manqasında stereoizomerin iki mərkəzini saxlayarsa, müntəzəmlik həm birinci, həm də ikinci mərkəz üçün mümkündür. Belə müntəzəmlik *ditaktik* adlanır.

Zəncirin mikrostrukturunun triad və yüksək ardıcılıqla öyrənilməsi stereobloklüğün tədqiqi üçün zəruridir. Sterik cəhətdən uzanan müntəzəm ardıcılıqlı polimer zənciri *stereobloklü* adlanır.

Stereospesifik Tsiqler-Natta katalizatorlarında sintez olunmuş stereomüntəzəm zəncirlər adətən kristal qəfəsin tələblərinə uyğun yerləşə bilər. “Quyruq” “baş” tipi üzrə ardıcılığın alınması elə bir şərtlər tələb etmir. Halbuki, izo- və sindio quruluş əmələ gəlməklə polimerləşmə yalnız xüsusi Tsiqler-Natta katalizatorlarının iştirakında baş verir. Yüksək təzyiqdə ilkin və sonrakı kristallaşma aydın surətdə ayrılır. Bu, mərhələlərin soyuma dərəcəsiindən müxtəlif asılılığı ilə izah olunur. Belə ki, ərimə temperaturu təzyiqdən əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır, təzyiğin artırılması ilə polimerin ərimə temperaturu da yüksəlir.

STEREOMÜNTƏZƏM POLİMERLƏR – makromolekulları eyni və ya müxtəlif, lakin konfigurasiyası müəyyən ardıcılıqla təkrarlanan halqalardan ibarət olan polimerlərdir. Bu – stereoizomerlərdir. Onların quruluşu sxematik surətdə şəkildə verilmişdir:



Polimer makromolekullarının quruluş sxemi (a- sindiotaktik; b – izotaktik; c – qeyri-müntəzəm, ataktik).

Stereomüntəzəm polimerlər asimmetrik karbon atomunun polimerlərin makromolekulunda olması sayəsində yaranır.

Stereomüntəzəm polimerləri qeyri-müntəzəm (ataktik) polimerlərdən fərqləndirən başlıca cəhət üçölçülü kristallar əmələ gətirmək qabiliyyətidir.

Ziqzaq şəkilli əsas zəncir təsvirin asanlaşdırılması üçün bir müstəvidə yerləşdirilmişdir. Əsas zəncirdə sadə rabitələrin ətrafında dövr etmə –C-C- rabitələri arasında valent bucağı nəzərə alınmaqla əvəzedicilərin nisbi yerləşməsinin pozulmasına səbəb olmur. Xüsusi sintez metodları, əvəzedicilər müstəvinin müxtəlif tərəflərində olduğu halda izotaktik makromolekulların əmələ gəlməsinə, əvəzedicilər qeyri-müntəzəm yerləşdikdə isə ataktik makromolekulların alınmasına gətirib çıxarır.

Əvəzedicilərin qarşılıqlı itələnməsi nəticəsində onlar fəzada bir-birinə nisbətən yerlərini dəyişir və ona görə də, simmetriya müstəvisi spiral şəklində, əyilmiş vəziyyətdə olur. Spiralvari struktur nəinki əsas zəncirdə karbon-karbon atomu olan makromolekullar üçün, həmçinin digər makromolekullar, habelə bioloji aktiv (məsələn, ikiqat spiral DNK) makromolekulları üçün səciyyəvidir. Müxtəlif stereoizomerlər müxtəlif xassələrə malik olub, xüsusən də, eyni kimyəvi tərkibdə olan ataktik polimerlərin xassələrindən çox fərqlənir.

Ümumi halda, stereomüntəzəmliyin olmaması kristalın qurulması üçün zəruri olan, müntəzəm konformasiyanı makromolekulun qəbul etməsinə imkan vermir.

STRUKTUR ŞÜŞƏLƏŞMƏSİ. Struktur şüşələşmə dedikdə temperaturun sonradan dəyişməsi ilə strukturu artıq dəyişməyən və bütün temperaturlarda maye haldakı struktur ilə təxminən eyni olan, T_g -də yerləşən, soyudulmuş maye nəzərdə tutulur. Struktur şüşələşmə maddənin “statik” fiziki xassələrinin (istilik genişlənməsi, istilik tutumu, xüsusi həcm və s.) temperatur gedisinin dəyişməsi ilə təzyiqlə və digər mexaniki təsirin olmadığı hal-

da müşahidə olunur. Lakin bu hal ilk növbədə istənilən metodlarla qeydə alınan möhkəmliyin yaranması ilə müşahidə edilir. Funksiyaların temperatur asılılığında xəttin sınıması müşahidə olunur, deməli onların temperatur əmsalları (həcmi genişlənmə əmsalı, istilik tutumu və s.) $T_{\text{ş}}$ – dən keçdikdə sıçrama verir. Bu, şüşələşmə prosesini ikinci hala keçidlə əlaqələndirməyə səbəb olmuşdur.

Lakin şüşələşmənin faza keçidindən prinsipial fərqi bu çevrilmələrin nəinki digər təbiətli olmasında, habelə faza keçidləri ilə uzlaşmayan, lakin şüşələşmə prosesi üçün səciyyəvi olan cizgilərdən də aydın görünür:

1) Soyuma sürətinin azalması (bütün temperaturalarda sistemin tam termodinamik tarazlığı zamanı mütləq sıfıradək) zamanı $T_{\text{ş}}$ -nin hədsiz azalması;

2) Faza keçidi zamanı soyuma prosesləri üçün səciyyəvi olan V_{soy} -nin azalması ilə deyil, artması ilə T -nin yüksəlməsi;

3) Şüşənin alındığı soyutma sürətindən yuxarı və ya aşağı qızdırma sürətində fiziki xassələrin temperatur asılılığında kəskin fərq;

4) Şüşələşmə və ikinci hal faza keçidi zamanı istilik həcm sıçrayışlarının əks işarələri.

Soyuma zamanı kinetik vahidlərin sükunət vaxtı artır və maddənin strukturunu yenidən qurmaq üçün çox vaxt tələb olunur. Ona görə, struktur şüşələşmə prosesində soyutma sürətini azaltmaq lazımdır. Soyuma sürəti artdıqca, vaxt azalır və maddənin şüşələşmə sahəsinin aşağı və yuxarı sərhəddi böyük olur. Deməli, soyuma sürətinin yüksəlməsi zamanı bütün şüşələşmə sahəsi yüksək temperatūra tərəf, qızdırma sürətini azaltma zamanı isə - aşağı temperatūra tərəf yönəlir. Yəni, şüşələşmə prosesi kinetik relaksasiya prosesidir. Şüşələşmənin mövcud olan kinetik nəzəriyyəsiindən və aparılan təcrübələrdən nəticə çıxarmaq olar ki, relaksasiya müddəti soyuma sürəti ilə tərs mütənasibdir. Başqa sözlə desək, $\tau w = \text{const}$ (Bartenev düsturu), burada τ - relaksasiya müddəti, w – relaksasiya sürətidir.

SÜNGƏR REZİNLƏR - məsaməli material olub lateksdən və ya sərt rezindən alınır. Lateks qarışığının köpüklənməsi ilə alınan süngər rezinlər (bax, Rezinlər), (bax, Lateks məhsulları) köpük rezin, köpüklü rezin, lateks süngəri adlanır. Bərk kauçukdan köpük əmələgətirən tətbiq etməklə əldə olunan süngər rezinlər məsaməli və ya yuvalı rezinlər adlanır. Süngər rezinlərdə məsamələr açıq, qapalı və ya eyni zamanda hər iki növ məsamələr ola bilər.

Ümumi məqsədlər üçün istifadə edilən lateksdən alınan rezin süngərlərin istehsalında:

- 1) təbii sentrifuqa edilmiş lateks;
- 2) sintetik stirool-butadien lateksi;
- 3) təbii və stirool-butadien latekslərinin qarışıqlarından istifadə edilir.

Xlorlaşdırılmış, özünə xas xüsusiyyətlərə malik (oda davamlı) süngər rezinlər lateks adlandırılır. Qeyd olunan latekslərdən əlavə, süngər rezinlərin istehsalında karboksilləşdirilmiş butadien və butadien-stirool lateksləri və sintetik izopren kauçukunun sulu dispersindən də istifadə olunur.

Süngər rezinlərin lateksdən alınması aşağıdakı mərhələlərdən keçir:

- 1) lateks qarışığının ayrı-ayrı komponentləri əsasında dispersiyaların, emulsiyaların və ya məhlulların hazırlanması;
- 2) lateks qarışığının hazırlanması və onun "yetməsi";
- 3) lateks qarışığının köpüklənməsi;
- 4) jelatinləşmə və vulkanlaşma;
- 5) süngər rezinlərinin yuma və sıxma maşınlarında yuyulması və sıxılması;
- 6) qurudulma.

Lateks süngər rezinlərdə bütün məsamələrin 90-95%-i bir-biri ilə əlaqəlidir. Bərk kauçuk əsasında alınan süngər rezinlər çox komponentli rezin qarışıqlarından alınır. Yüksək istilik-, şaxta-, benzina-, yağ- və ozona qarşı davamlılıq ilə yanaşı digər xüsusiyyətlərə malik süngər rezinlər silisium-üzvi, butadien-nitril, polisulfid, xloropren kauçukları, həmçinin flüor kauçuku və s. əsasında alınır.

Sünger rezinlərin istehsalında tətbiq edilən kauçuklara irəli sürülən əsas tələblər yüksək plastiklik və xassələrin homogen olmasıdır. Qapalı məsamələri olan sünger rezinlərin istehsalı üçün üzvi məsamə əmələ gətirən müxtəlif tərkiblərdən istifadə edilir.

Bir-biri ilə əlaqəli və ya qarışıq məsamələri olan sünger kauçuklar məsamə əmələ gətirən qeyri-üzvi maddələrdən (həll olan duzlar), plastifikatorlar (vazelin yağı, müxtəlif yüngül naften yağları, texniki vazelin və s.), qeyri-aktiv dolduruculardan (təbaşir, kaolin və s.) istifadə etməklə istehsal olunur. Bəzi sünger rezinlərin alınmasında istifadə edilən qarışıqlara müxtəlif üzvi gücləndiricilər də əlavə edilir. Vulkanlaşdırma prosesini sürətləndirmək üçün isə müxtəlif sürətləndiricilərdən istifadə edilir. Daxil inqrediyentlər (məsamə əmələgətirən maddələr, antioksidantlar, vulkanlaşma sürətləndiriciləri, kükürd) rezin qarışıqlarına nisbətən az miqdarlarda daxil edilir və vazelin və ya digər yağlar əsasında pasta şəklində istifadə olunur. Bu yolla rezin qarışıqlarında maddələrin daha yaxşı dispersləşməsinə nail olmaq mümkündür.

Sərt kauçuklardan sünger rezinlərin istehsalı texnologiyası monolit rezin istehsalı texnologiyasına bənzəyir. İstisna - vulkanizasiya mərhələsidir. Sünger rezinlərin növündən asılı olaraq vulkanizasiya prosesi mərhələli şəkildə, əvvəl yüksək, sonra aşağı təzyiq və daha sonra isə təzyiq istifadə etmədən həyata keçirilir.

SÜNİ LİFLƏR - təbii polimerlərin kimyəvi emalı nəticəsində əldə edilən liflərdir. Süni liflərə vizkoz lifləri, mis-ammonium lifləri, asetat lifləri, zülal lifləri və alginat lifləri daxildir. Hidrat-sellülozadan ibarət olan viskoza və mis-ammonium liflərinə hidrat-sellüloza lifləri də deyilir.

Viskoz, mis-ammonium və asetat liflərinin istehsalında xammal kimi sulfat və ya ağac sellülozundan istifadə olunur. Mis-ammonium və asetat lifləri çox vaxt pambıq sellülozadan (pambıq toxumundan) alınır. Süni liflərin istehsalının ümumi sxemi aşağıdakı mərhələləri əhatə edir: 1) xammalın hazırlanması; 2) ayırma məhlulunun alınması; 3) ayırıcı məhlulun təmizlənməsi, ondan havanın çıxarılması, əlavələrin daxil edilməsi; 4) yaş və ya quru

üsulla lifin əyirilməsi; 5) işləmə və qurutma. Alınan saplar burulur, bükülür və qablaşdırılır.

SUPERKONYUQƏ OLUNMUŞ ƏLAQƏ - alkil qruplu birləşmələr üçün xarakterik olan konyuqə olunmuş əlaqələrin (σ və π -konyuqəsiyə) xüsusi növüdür.

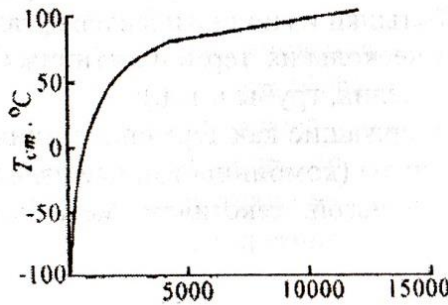
Superkonyuqə olunmuş əlaqələr adi gərginlikli əlaqələrə nisbətən daha az fiziki təzahürlərə səbəb olur, lakin bu əlaqələr təbiətə eynidir.

– § –

ŞÜŞƏLƏŞMƏ - bu, polimerlərin özlü axıcı və ya yüksək elastiki haldan şüşəvari hala keçididir. Şüşəvari halı – kristal quruluşu olmayan bərk hal kimi və yaxud mayenin həndəsi quruluşuna və bərk cismin mexaniki xassələrinə malik hal kimi qəbul etmək olar. Bu baxımdan polimerlər və aşağı molekullu birləşmələr arasında prinsipial fərq yoxdur.

Şüşələşmə temperaturuna təsir edən amillər.

Molekul kütləsi. Molekul kütləsi yüksək olduqda polimerlərin şüşələşməsinə bir o qədər də nəzərə çarpan təsir göstərmir (şəkil). Molekul kütləsi kritik göstəricidən yüksək olduğu halda spesifiklik müşahidə olunur.



Şüşələşmə temperaturunun polimerin molekul kütləsindən asılılığı

Plastikləşmə şüşələşmə temperaturunun aşağı düşməsinə gətirib çıxarır. Bu, özlülüyn azalması, makromolekulların və molekulyar quruluşların mütəhərriqliyinin artması ilə izah olunur.

Homopolimerlərin makromolekullarının mikrostrukturu poliizoprenin misalında daha aydın görünür. Onun makro zəncirində müxtəlif miqdarda 1,4-sis, 1,4-trans, həmçinin 1,2 və 3,4-tipli stereoisomerlər vardır. 1,4 və 1,2 məqalarının miqdarının artması ilə molekullararası qarşılıqlı təsiri və sterik maneələr artır, nəticədə şüşələşmə temperaturu da yüksəlir.

Birgə polimerlərin strukturu şüşələşmə temperaturuna əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Blok-birgə polimerlər faza makrolaylaşma nəticəsində iki şüşələşmə temperaturu ilə xarakterizə olunurlar.

En kəsiyi üzrə tikilmə molekulyar mütəhərriqliyin azalması-na və bununla əlaqədar olaraq şüşələşmə temperaturunun da aşağı düşməsinə səbəb olur.

Polimerlərin qarışdırılması yeni xassələrə malik, xüsusən də fərqli şüşələşmə temperaturuna malik materialların alınmasına gətirib-çıxarır. Birfazlı qarışıqlar həcmi bütün nöqtələrində eyni xassələrlə xarakterizə olunur və bir şüşələşmə temperaturuna malikdir. Əgər polimerlər bir-biri ilə uyğunlaşmırsa o zaman polimer qarışıqlar özündə tərkibinə və xassələrinə görə fərqlənən, keçid laylı mikrohəcmlər saxlayır. Bu mikrohəcmlərin ölçüləri seqmentlərin ölçülərindən (bir neçə nm) böyük olmazsa, o zaman bir şüşələşmə sahəli, aralıq, lakin kifayət qədər geniş olan sahə müşahidə olunur.

Təzyiq şüşələşmə temperaturuna nəzərə çarpacaq dərəcədə təsir göstərir. Təzyiqin orta hesabla 100 MPa artırılması şüşələşmə temperaturunun 10-50°C yüksəlməsinə gətirib çıxarır. Məmulatların preslənmə və təzyiq altında tökmə üsulu ilə hazırlanma texnologiyasında təzyiq altında şüşələşməni nəzərə almaq lazımdır. Həddən yüksək təzyiq ona gətirib çıxarır ki, məmulatın formalaşma temperaturunda şüşələşmə təzyiqi əldə olunur, polimer kütləsi axıcılığını, yüksək elastikliyini itirir və şüşələşir.

Polimerlərin kimyəvi quruluşu – həm zəncirin kinetik müəhərrikləyinə, həm də molekul daxili qarşılıqlı təsirin enerjisinə təsir edir və bununla da şüşələşmə temperaturunu təyin edir.

ŞÜŞƏ PLASTİKLƏR – tərkibində doldurucu kimi şüşə liflər saxlayan polimer konstruksiya materiallarıdır. Şüşə plastiklər lifləri yönləndirilmiş (bir istiqamətli) və qeyri-yönləndirilmiş (xaotik) yerləşən şəkildə istehsal olunur. Birinci halda armatur kimi bütöv, ikinci halda isə doğranmış və ya ştapel) liflər istifadə edilir. Şüşə liflər dairəvi və ya profil kəsikli, bütöv və ya içi boş (boruvari) ola bilər.

Yönləndirilmiş şüşə plastiklər.

Bir istiqamətə yönləndirilmiş şüşə plastiklər şüşəşpon qatları formalaşdırmaqla və ya hopdurulmuş şüşə jütuları dolamaqla alınır. Bir istiqamətli yönləndirilmiş plastiklərə səciyyəvi misal – şüşə lifli anizotrop materialı (ŞLAM) göstərmək olar. Bir istiqamətli yönləndirilmiş şüşə plastiklər lif boyu daha yüksək möhkəmlik və bərklik nümayiş etdirir. Bu istiqamətdə dartılma, sıxılma və əyilmə zamanı, hətta dağılmaya qədər onların özünü aparmasını kifayət dərəcədə uyğunluqla Huk qanunu ilə təsvir etmək olar. Liflərin həcm payının artması ilə davamlılıq və Yunq modulu additivlik qanunu üzrə artır. Bundan əlavə maksimum qatılığı təmin edən maksimal həcm qatılığı V_{\max} vardır. Nəzərdən keçirilən şüşə plastik üçün $V_{\max} = 65,7\%$. Plastik birləşdiricinin məsələliyi liflərlə çox doldurulduqda kəskin surətdə artır. Bu isə liflərin qeyri-bərabər yüklənməsinə və plastik xassələrinin geniş əhatələnməsinə gətirib çıxarır. V_{\max} kəmiyyəti hazırlanma texnologiyası, doldurucunun və birləşdiricinin növü, onların qarşılıqlı təsiri ilə təyin edilir.

Yönləndirilmiş plastiklərin nəzərə carpan çatışmazlığı – təbəqəarası yerdəyişmədə onların davamlılığının aşağı olmasıdır. Bu çatışmazlıq fəza carpaz tikilmiş şüşə plastiklərdə xeyli dərəcədə aradan qaldırılmışdır. Doldurucu kimi çox qatlı, fəza carpaz tikilmiş plastiklər şüşə parçanı tətbiq etməklə alınır. Bu zaman konstruksiya materialının möhkəmliyi 2–2,5 dəfə artır. Lakin liflərin xeyli əyilməsi səbəbindən dartılmada möhkəmlik azalır.

TƏBİİ KAUCUK - bitki mənşəli məhsul olub, bitkilərin qabıq və yarpaq hüceyrələrində olan şirədən alınır. Əsasən Cənubi-Şərqi Asiya ölkələrinin plantasiyalarında, o cümlədən Braziliyada bitən Heveya bitkisinin lateksindən (şirəsindən) alınır.

Kauçukun təsnifatı. Beynəlxalq təsnifata görə, təbii kauçuk 8 növə və 35 çeşidə bölünür. Növ əsasən ilkin xammal və təbii kauçukun alınma üsulu ilə, çeşid isə kauçukun keyfiyyəti ilə müəyyən olunur.

Təbii kauçukun ən mühüm növlərinə- riflənmiş, açıq krep və qəhvəyi krep daxildir. Təbii kauçuk plastoelastiki xassələrinə və vulkanlaşma sürətinə görə həm də texniki cəhətdən təsnifatlandırılır.

Xüsusi qrupa vulkanlaşdırılmış və vulkanlaşdırılmamış lateklərin (SP dayanacaq yastıqları, havada qurudulmuş SP (Stomp Pad) listlər, PA-80 kauçuku) qarışıqlarından əldə edilən təkmilləşdirilmiş inyeksiya və kalandrlaşma qabiliyyətinə malik kauçuklar daxildir.

Təbii kauçukun kimyəvi tərkibi. Təbii kauçukun əsas tərkib hissəsi (93-94%) izopren olan $[-C_5H_8-]_n$ karbohirogen kauçukudur. Təbii kauçukun tərkibinə həmçinin qeyri-kauçuk təbiətli komponentlər də daxildir. Bu komponentlərə əsasən aseton ekstraktı, azot saxlayan maddələr, kül, rütubət aiddir.

Kauçukun quruluşu və fiziki xassələri. Təbii kauçukun makromolekulu 98-99% 1,4-sis vəziyyətdə birləşmiş izopren halqalarından ibarətdir. İzoprenin digər halqaları isə 3,4-vəziyyətdə birləşmiş olur.

Təbii kauçuk toluolda, ksilolda, benzində, xloroformda, karbon dörd xloriddə, tsikloheksanda, karbon disulfiddə yaxşı, mürəkkəb efirlərdə, ali ketonlarda nisbətən pis həll olur. Spirt, aseton, fenol kimi assosiasiya olunmuş həlledicilərdə isə həll olmur. Kauçuk suya davamlıdır, 20⁰C temperaturda 24 saat ərzində suda saxlanıldıqda rütubət udma qabiliyyəti 1%, 70⁰C temperaturda isə 3,5% təşkil edir.

Təbii kauçuk 10°C -dən yüksək temperaturda amorf halda olur. 10°C -dən aşağı temperaturda uzun müddət saxlanıldıqda və ya otaq temperaturunda 70%-dən çox dartılma kristallaşmaya səbəb olur. Təbii kauçuk -25°C temperaturda maksimal sürətlə kristallaşır. Qızdırılma zamanı kristalların əriməsi istiliyin udulması ilə müşayiət olunur [17 kC/kg (4 kal/g)]. Təbii kauçukun vulkanlaşma məhsulları otaq temperaturunda 200%-dən çox dartıldıqda kristallaşır.

Təbii kauçukun kimyəvi xassələri. Təbii kauçuk makromolekulunun doymamış xarakteri onun yüksək reaksiya qabiliyyətini şərtləndirir. Belə ki, təbii kauçuk oksigenlə, halogenlərlə, hidrogenlə, hidrogen xloridlə, malein anhidridi ilə, tioturşularla, merkaptanlarla və digər birləşmələrlə reaksiyaya daxil olmaq imkanına malikdir. Təbii kauçuk tioturşularla (məsələn tiobenzoy turşusu ilə), kükürd anhidridi ilə, butadiensulfonla qarşılıqlı təsirdə olduqda və ya UB şüalanmanın təsiri ilə sis-trans izomerləşməyə uğrayır. İzomerləşmədən sonra tərkibində 6% trans vəziyyətdə olan halqalar saxlayan təbii kauçuk -26°C temperaturda ilkin vəziyyətdə olan kauçukla müqayisədə 500-1000 dəfə zəif kristallaşır. Sulfoturşuların, metalların halogenli birləşmələrin iştirakında, $50-150^{\circ}\text{C}$ temperaturda qızdırılma zamanı kauçukun tsiklləşməsi baş verir. Tsiklləşmə məhsulları yüksək molekul kütləsinə malik olmalarına baxmayaraq adi həlledicilərdə həll olurlar. Onların əsasında metallar üzərində yüksək adgeziyaya malik olan yapışqanlar hazırlanır. Buna nümunə olaraq, sulfoturşuların iştirakında təbii kauçukun tsiklləşmə məhsulu olan-termopren əsasında hazırlanan yapışqanları göstərmək olar.

Təbii kauçukun xlorlaşması zamanı reaksiya dörd istiqamətdə baş verir: birləşmə, əvəzetmə, tsiklləşmə, tikilmə. Təbii kauçukun xlorlu törəmələri, adətən təbii kauçuk məhlulunun CCl_4 mühitində xlorlaşmasından alınır. Tərkibində 65% xlor saxlayan təbii kauçuk və ya xlorkauçuk, yanmayan, isti suya, qələviyə, oksidləşdiricilərə qarşı davamlı olub, xlorlaşdırılmış alifatik həlledicilərdə həll olur, spirtlərdə isə həll olmur. Xlorkauçukdan mətbəə boyalarının, yapışqanların, lakların hazırlanmasında istifadə olunur.

Təbii kauçuka HCl-un birləşməsi təbii kauçukun tsiklləşməsi ilə müşayiət olunur. Adətən təbii kauçukun hidroxloridi kauçukun xloroformda, benzolda və dixloretanda olan məhluluna HCl-un verilməsi ilə hazırlanır. Bu məhsulun tərkibində xlorun miqdarı 28-30% təşkil edir. Təbii kauçukun hidroxloridi əsasında hazırlanan örtüklərdən müxtəlif məhsulların, o cümlədən qida məhsullarının qablaşdırılmasında istifadə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, HBr-un təbii kauçuka birləşmə reaksiyası HCl-a analoji olaraq aparılır, HF-un birləşməsi isə təbii kauçukun tsiklləşməsinə səbəb olur.

Təbii kauçukun yüksək temperaturda hidrogenləşdirilməsi onun destruksiyaya məruz qalması ilə müşayiət olunur ki, bunun da nəticəsində maye, bəzi hallarda isə qazşəkilli məhsullar alınır. Ni, Pd, platin qarası kimi katalizatorların iştirakında, kifayət qədər aşağı temperaturalarda hidrogenləşmə prosesi aparılaraq, bərk aqreqat halında məhsullar almaq mümkündür.

Təbii kauçukun malein anhidridi ilə birləşmə reaksiyası həm peroksidlərin iştirakında, (120-150 °C) həm də peroksidin iştirakı olmadan (180-240 °C) aparıla bilər. Alınan məhsulun tərkibində 50%-ə qədər malein anhidridi olur və onun miqdarından asılı olaraq, alınmış məhsul elastomer və ya plastomer xassələrinə malik olur. Kükürd və ya metal oksidləri iştirakında bu kauçuklar əsasında hazırlanan vulkanlaşma məhsulları yüksək mexaniki və dinamik xassələrlə xarakterizə olunur.

Təbii kauçukun CCl₄ iştirakında, o cümlədən üzvi, qeyri üzvi turşuların və ya metalların susuz xloridlərinin iştirakında formaldehidlə qarşılıqlı təsirdən aromatik birləşmələrin və əsasların təsirinə qarşı davamlı olan termoplastik məhsullar alınır.

Kauçukun alınma prosesi aşağıdakı mərhələləri əhatə edir:

1. Lateksin əldə edilməsi və onun tərkibinə ammoniyak və formalin kimi koaqulyasiya əleyhinə agentlərin daxil edilməsi;
2. Lateksin qismən öz-özünə koaqulyasiyası nəticəsində yaranmış topalardan ayrılması məqsədilə lateksin filtrlənməsi; süzülməsi;

3. 15-20%-li qatılıq əldə edilənə qədər lateksin durulaşdırılması;

4. Sirkə və qarışqa turşularının köməyi ilə kauçukun koagulyasiya edilməklə ayrılması. Kauçuku lateksdən suyun buxarlandırılması üsulu ilə də ayırmaq olur.

5. Kauçukun valslanması, yuyulması, qurudulması və qablaşdırılması.

Kauçukun emalı: İstehsala verilməzdən əvvəl kauçuk buxarla qızdırılan kameralarda 50-70°C temperaturda dekristallaşdırılır. Prosesin müddəti ilin fəslindən asılı olub, 30-70 saat təşkil edir. Yüksək tezlikli cərəyanlardan istifadə edildiyi zaman dekristallaşmanın müddəti 60 dəqiqəyə qədər azaldıla bilər.

Rezin qarışıqlarının hazırlanması. Təbii kauçukdan qarışıqların istehsalında əsas avadanlıq kimi adi və yüksək sürətli rezin qarışdırıcılardan, bəzən valslardan istifadə olunur. Sürətli qarışdırıcılarda qarışdırma müddəti 2-4 dəqiqə, adi qarışdırıcılarda 8-13 dəqiqə, valslarda 15-20 dəqiqədir. Adi rezin qarışdırıcılarda qarışıqlar bir mərhələdə hazırlanır; yüksək sürətli qarışdırıcılarda isə adətən proses iki mərhələdə həyata keçirilir. Birmərhələli qarışdırma zamanı bütün komponentlər plastikləşdirilmiş kauçuka ardıcıl olaraq daxil edilir. Qarışıqın temperaturu 90-105°C intervalında olarsa, tsiklin bitməsinə 0,5-1 dəqiqə qalmış rezin qarışığına kükürd daxil edilir; daha yüksək temperaturda rezin qarışığına kükürd valslarda presləmədə əlavə edilir. İkimərhələli qarışdırımda birinci mərhələdə kauçuk plastikləşdirilir, kükürd və vulkanlaşmanı sürətləndirən komponentlər istisna olmaqla bütün inqredientlərin daxil olduğu ilkin qarışıq hazırlanır, kükürd və vulkanlaşmanı sürətləndirən komponentlər isə hazırlanmış ilkin qarışıqqa qarışdırılmanın ikinci mərhələsində əlavə edilir. Tsikllərin qısa müddətli olması, təbii kauçukdan yüksək sürətli rezin qarışdırıcılarda nisbətən yüksək temperaturda (160°C temperatura qədər) ilkin qarışıq hazırlamağa imkan verir. Təbii kauçuk əsasında hazırlanan rezin qarışıqlar yüksək kogeziya möhkəmliyinə və yaxşı yapışqanlıq xassələrinə malik olur.

Rezin qarışıqlar. Təbii kauçuk əsasında hazırlanan qarışıqlarla yanaşı, onların kompozisiyaları ilə izopren, butadien, bütün növ butadien-stirol qarışıqları, o cümlədən yağla doldurulmuş kauçuklar və s. kimi sintetik kauçuklar əsasında hazırlanan qarışıqlar da geniş istifadə olunur.

Təbii kauçuk əsasında ağ və rəngli rezinlərin hazırlanmasında narın dispersli SiO_2 , ZnO , aktiv şəkildə çökdürülmüş CaCO_3 , həmçinin kaolin, lipoton kimi qeyri-aktiv dolduruculardan istifadə edilir.

SiO_2 yüksək möhkəmləndirici təsirə malikdir, onun istifadəsi həmçinin termiki qocalmaya, köhnəlməyə qarşı yaxşı müqavimət göstərən rezin əldə etməyə imkan verir. ZnO -dən kauçukun qopma müqavimətini artırmaq üçün istifadə olunur. Aktiv, çökdürülmüş CaCO_3 -dan emaldan sonra formasını saxlayan qarışıqları əldə etmək üçün istifadə olunur. Kaolinin istifadəsi təbii kauçuk əsasında hazırlanan qarışıqların texnoloji xassələrinin təkmilləşdirilməsinə səbəb olur.

Plastifikatorlar. Təbii kauçuk əsasında hazırlanan qarışıqlarda bütün plastifikatorlar (kütləyə görə 5-15%) istifadə edilə bilər. Ən çox şam, kumaron-inden qatranlarından, rubraks və kanifoldan istifadə olunur.

Antioksidantlar və antiqzonantlar. Təbii kauçuk əsasında hazırlanan rezinlərin termiki köhnəlməsinin qarşısının effektiv şəkildə alınması məqsədilə qarışığa 1-2 kütlə hissəsi qədər boyayan və boyamayan antioksidantlar əlavə edilir. Boyayan antioksidantlara N-fenil- β -naftilamin, (neozon D), 1,4-difenil-fenilendiamin (DFFD), N-fenil-N¹-izopropil-n-fenilendiamin, n-oksifenil- β -naftilamin (paraoksineozon) və s., boyamayan, rəngsiz antioksidantlara isə 2,6-di-üçlübutil-4-metilfenol (ionol), 2,4,6-tri-üçlübutilfenol, 2,2-metilen-bis-(4-metil-6-üçlü-butilfenol), merkaptobenzimidazol və s. aiddir.

Vulkanlaşdırıcı sistemlər. Təbii kauçuk üçün əsas vulkanlaşdırıcı agent kükürd hesab olunur. Kükürdlə vulkanlaşmanın sürətləndiriciləri kimi əsasən tiazollar, tiuraminlər, sulfenamidlər

dən istifadə olunur. Tərkibində tiazol olan qarışıqların vulkanlaşma sürəti o qədər də yüksək olmadığından, adətən difenilquani-dinlər, tiuramlar, ditiokarbamatlar kimi vulkanlaşdırıcı agentlərdən birgə şəkildə istifadə olunur. Tiazolların tətbiqi ilə kifayət qədər yüksək dinamik xassələrə, termiki qocalmaya qarşı müqavimətə və möhkəmliyə malik vulkanizatlar əldə edilir. Qarışığa ikincili vulkanlaşma sürətləndiricilərini daxil etdikdə isə vulkanizatın modulu, möhkəmliyi, bərkliyi və elasikliyi yüksəlməklə bərabər bütün lazımı dinamik keyfiyyətləri də qorunub saxlanılır. Sulfenamid sinfi kimi vulkanlaşma sürətləndiriciləri qarışığa xüsusi möhkəmlik verir. Bu qarışıqların vulkanizatları möhkəmlik və dinamik xüsusiyyətlərinə, o cümlədən elastikliyinə görə tərkibində tiazol olan vulkanizatlara çox oxşardır. Qarışıqların sulfenamidlərlə vulkanlaşma sürəti tiuram, ditiokarbamat və s. kimi ikinci dərəcəli sürətləndiricilərin istifadəsi ilə yüksəldilir. Tiuramlar vasitəsilə təbii kauçukun vulkanlaşması nəticəsində yüksək termiki davamlı və aşağı dinamik xassələrə malik vulkanlaşma məhsulları əldə edilir.

Təbii kauçuk əsasında hazırlanan qarışıqların kükürdlə vulkanlaşma prosesində aktivator kimi ZnO-dən, stearin kimi yağ turşularından, bəzi hallarda isə sink lauratdan istifadə olunur. Prosesin ləngidiciləri kimi ftal anhidridi, N-nitrozodifenilamin, trix-lormelamin, salisil və benzoy turşularından istifadə olunur. Təbii kauçuk əsasında istiyədavamlı rezinlərin hazırlanması məqsədilə kükürdsüz vulkanlaşdırıcı agentlərdən, məsələn, üzvi kumil və izopropilbenzol peroksidlərdən, alkilfenol-formaldehid qatranlarından istifadə oluna bilər. Üzvi peroksidlərin tətbiqi ilə şəffaf vulkanizatlar hazırlanır.

Vulkanlaşma. Təbii kauçuk əsasında hazırlanan qarışıqların adı vulkanlaşma temperaturu 133-143°C təşkil edir. Müasir texnoloji praktikada daha yüksək temperaturlardan (170°C yə kimi) istifadə edilir ki, bu da prosesin davam etmə müddətinin qısalmasına səbəb olur. Təbii kauçukun vulkanlaşması həmçinin ionlaşdırıcı şüalanmanın köməyi ilə də həyata keçirilə bilər.

TƏBİİ LATEKS – təbii kauçukun sulu dispersiya məhlulu olub tropik bitkilərdən alınana kauçuka çevrilən şirədir. Təbii lateksin sənayedə alınma mənbəyi-braziliya heveya ağacıdır.

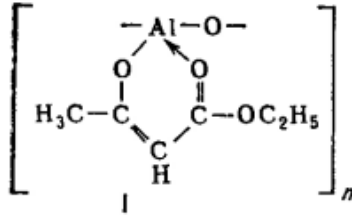
Təbii lateks ağac qabığının xarici təbəqəsini diaqonal boyu–soldan sağa kəsməklə alınan kəsikdən kənarlaşdırılmaqla alınır. Ayrılan lateks kəsiyin aşağı hissəsinə, oradanda - qoyulmuş qaba süzülür. Spontan öz-özünə baş verən koagulyasiyasının qarşısını almaq məqsədi ilə təbii lateks alındıqdan dərhal sonra konservasiya agentləri: ammoniyak (0.5-0.7%), natrium pentaxlorfenolyat, natrium hidroksid, bura və s. əlavə edilir. Təbii lateksin əsas hissəsi təbii kauçukun alınmasında, təxminən 7% isə lateks məhsullarının (əlcəklər, meteoroloji qabıqlar, müxtəlif tibbi ləvazimat, rezin saplar, süngərli rezinlər) və lateks yapışqanların alınmasında istifadə edilir.

TƏRKİBİNDƏ ALİMINİUM SAXLAYAN POLİMERLƏR - əsas zəncirdə elektromənfi elementlərin atomları (O və ya N) ilə növbələşən alüminium atomları saxlayan, yüksəkmolekullu birləşmələrdir. Əsas zəncirdə Al-O-Al qrupu saxlayan polialü-moksanlar, polialümo-üzvi-siloksanlar (Al-O-Si) və polialümo-üzvü fosfinatlar (Al-O-P) daha ətraflı öyrənilmişdir.

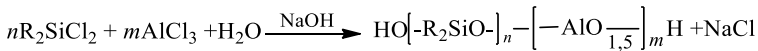
Poli-üzvi-alümonoksanlar(alükonlar) alüminium alkoqolyatların tənzimlənən hidrolizi vasitəsilə alınır.



Bütün alüminium atomları ilə əlaqəli alkoksil qrupları təqribən eyni sürətlə hidroliz olunurlar və bir qayda olaraq alınan polimerlər şaxələnmiş quruluşa malikdirlər. Bu polimerlər suyun təsirinə qarşı az dayanıqlıdır, belə ki, su polimerin yan zəncirdə olan alkoksil qruplarının qopmasına səbəb olur və bu da suda həll olmayan polimerlərin əmələ gəlməsinə gətirib çıxarır. Tərkibdə olan alkoksid qruplarından biri Al atomu ilə molekul daxili rəbitəyə malik, yaxud fəza quruluşu ilə əlaqədar hidrolizə az meyilli olan alkoqolyatların hidrolizindən alınan alüminium tərkibli strukturlar (1) böyük maraq kəsb edirlər. Bu tərkiblər əsasında polimerləri qabaqcadan asetosirkə efiri və ya asetilasetonla emal olunmuş alüminium alkoqolyatların hidrolizindən alırlar.



Poli-üzvi-alümoksanları trialkoksi-, eləcə də dialkoksi-alüminiumun hidrolizi ilə alırlar.

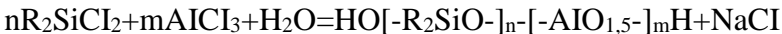


Alüminium saxlayan polimerlər özlü maye və ya asan əriyən bərk maddələrdir və fenol-formaldehyd, epoksid qatranları və ya yağlı boyaların bərkimə müddətinin azaldılması və modifikasiyası üçün istifadə olunurlar. Onların təsiri alüminium tərkibli polimerdə olan alkoksid qruplarının modifikasiyaedici polimerin OH qrupu ilə reaksiyasına əsaslanır.

Poli-üzvi-alümoksanlardan termiki davamlı örtük əmələ gətirən boyaların hazırlanması üçün istifadə olunur.

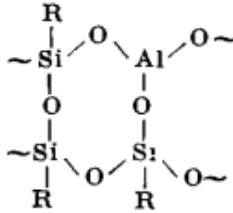
Poli-üzvi-alümoksanlar iki üsulla alınır:

1) Qələvi mühitdə üzvi xlor silan və alüminium duzlarının birgə hidrolizindən



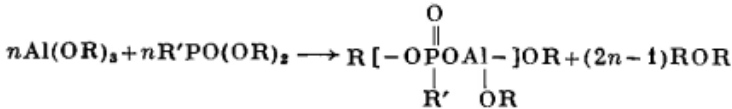
2) Silanın natrium duzunun alüminium halogenidlərlə parçalanmasının mübadilə reaksiyası ilə

Bu tip alüminium saxlayan polimer (orta mol. kütləsi 30.000) suya qarşı davamlıdır, parçalanma temperaturuna qədər ərimir, amma üzvi həlledicilərdə yaxşı həll olur, plastik stabilizatorlarla uyğunlaşmır. Üç funksional xlor silandan alınaraq, 2 pilləli struktura malik olması, aydın ifadə olunmuş ərimə qabiliyyətinin yoxluğunda onların həllolma qabiliyyətinin qorunmasını izah edir. Poli-alüminium üzvi-siloksanlardan termiki davamlı örtüklər (600°C-yə qədər) əmələ gətirən boyaların hazırlanmasında, poli-üzvi-siloksanlar əsasında plastik kütlə kompozisiyaları alınmasında əlaqələndirici kimi istifadə olunur.



Metallik Al-un hidrosil qrupları saxlayan silisium-üzvi polimerlər ilə qarşılıqlı təsirindən alınan poli-alüminium-üzvi-siloksanlar istiliyə davamlı örtüklər almaq üçün praktiki əhəmiyyətə malikdirlər.

Poli-alümo-üzvi-fosfonatlar, alüminium alkoqolyat və alkilfosfat turşusu efiirlərinin polikondensləşməsi ilə alınır.



Bu alüminium tərkibli polimerlər xususiyətlərinə görə poli-alümo-üzvi-siloksanlarla oxşardır.

TERMODİNAMİKİ DAVAMLILIQ. *Termodinamiki davamlılıq* dedikdə polimerlərin və polimer materialların müxtəlif şəraitlərdə yüksək temperaturun təsiri altında parçalanmağa qarşı müqavimət göstərmək qabiliyyəti başa düşülür. Yüksək temperaturun təsiri – polimerlərin müxtəlif parçalanma səbəblərindən biridir. Buna görə də sintetik polimer materialların sabitliyinin müxtəlif faktorların təsiri altında qiymətləndirilməsi aktual problemə çevrilmişdir. Praktiki məqsədlər üçün bu problemin üç aspekti seçilir:

– qızdırıldıqda yumşalma, həmçinin hava ilə təmasda olduqda termooksidləşdirici parçalanma ilə müşayiət olunan polimer məmulatların uzun müddət istismarı mümkün olan ən yüksək temperaturun qiymətləndirilməsi;

– 120-250°C emal temperaturunda davamlılıq (emal zamanı polimer materiallar nisbətən qısa müddət temperatur təsirinə məruz qalırlar);

– polimer materialların termiki davamlılığının (τ_0 – kütlə itkisinin başlanğıc temperaturu) iki üsulla artırılması: a) sintez şəraitini dəyişməklə nizamlı şaxələnməmiş quruluşlu polimerin alınması; b) sabitləşdirici əlavələrin daxil edilməsi ilə polimer materialın modifikasiyası.

– polimerlərin termiki parçalanması zamanı iki proses gedir: depolimerləşmə və destruksiya. Depolimerləşmə - polimerin monomerin alınması ilə parçalanma prosesidir. Destruksiya isə polimerin molekul kütləsinin azalmasına gətirib çıxaran (makromolekulun qırılması ilə) bütün digər parçalanma prosesləri aid olunur. Hər bir polimer qızdırıldıqda hər hansı bir temperaturdan başlayaraq, üzvi birləşmələrin termiki parçalanma prosesinə xas olan kimyəvi çevrilmələr baş verir. Lakin, parçalanma prosesi və parçalanma məhsulları polimerin kimyəvi quruluşu ilə müəyyən olunur. Məsələn, polietilenin termiki destruksiyası zamanı ($\tau_0=400^\circ\text{C}$) etilen, propilen, propan, pentenlər, n-pentan, heksenlər daxil olmaqla 20-yə yaxın müxtəlif aşağı molekullu maddələr identifikasiya olunmuşdur. Bu da polimerlərin destruksiya prosesinin mürəkkəb xassəli olduğuna dəlalət edir. Bununla yanaşı, polietilenin parçalanması zamanı alınan məhsullarda monomerin miqdarı 1%-dən artıq olmur, bu da vinil monomerlərinin destruksiyasına xasdır. Polistirolun, polimetilmetakrilatın və bəzi digər polimerlərin parçalanması zamanı son məhsullarda monomerin miqdarı üstünlük təşkil edən depolimerləşmə gedir. Depolimerləşmə prosesləri tarazlıq temperaturundan yüksək temperaturlarda mümkündür. Müəyyənləşdirilmişdir ki, adi istismar şəraitlərində polimer materialın heç bir məmulatının üzərində monomerin tarazlıq təzyiqi olmur. Buradan belə bir nəticəyə gəlmək olar: polimerləşmə prosesinin termodinamiki sabitlərindən asılı olmayaraq bu proses başa çatdıqdan və reaksiyaya daxil olmayan monomer kənarlaşdırıldıqdan sonra bütün polimer materiallar öz monomerlərinə nisbətən termodinamiki qeyri sabit halda olurlar; lakin parçalanma prosesinin baş verməsinin termodinamiki mümkünlüyü onun kifayət qədər yüksək sürətlə getməsinə səbəb ola bilmir.

Polimerlərin oksidləşməsi proseslərində də analoji qanunauyğunluq müşahidə olunur. Üzvi birləşmələrin bütün oksidləşmə prosesləri ekzotermikdir (ΔH_0), yəni hər bir temperaturda termodinamiki əlverişlidir. Lakin oksidləşmə proseslərinin sürətləri temperaturdan nəzərə çarpacaq dərəcədə asılıdır. Öz-özünə termiki oksidləşmə 100°C -dən yüksək temperaturlarda mümkündür, adi şəraitdə isə yalnız katalizatorun təsiri altında baş verir. Bütün deyilənlərə əsasən, polimerlərin sabitləşməsi məsələsi parçalanma probleminin termodinamiki deyil, kinetik aspektində həll olunmalıdır. Parçalanma zamanı birqat rabitələrin (σ -rabitələr) qırılmasının iki mexanizmi fərqləndirilir: homogen və heterogen.

TERMODİNAMİKİ UYGUNLUQ PARAMETRİ. Polimerlərin həqiqi məhlullarına termodinamika qanunlarına tabe olmaq xasdır, bu da polimer ilə həlledici arasında uyğunluğu, həmçinin polimer-həlledici sisteminin termodinamiki davamlılığını qiymətləndirməyə imkan verir.

Polimer məhlullarının xassələri ilk növbədə makromolekulların kütləsindən və həndəsi xüsusiyyətlərindən asılıdır. Durulaşdırılmış məhlullarda makromolekullar statistik yumaq formasını alır və koordinasiya sahəsinin həcmində kəsişməyən elementlərin yerini tutur. Məhlulun qatılığı artdıqda qonşu makromolekulların koordinasiya sahələri kəsişməyə başlayır. Bu zaman durulaşmış məhlullarda polimerin qatılığı koordinasiya sahəsinin daxilində məhlulun orta qatılığından çox olur, halbuki qatı məhlullarda bu qatılıqlar təxminən eyni olur. Polimer məhlullarının qatı və ya duru məhlullara ayrılmasının struktur meyarları da buna əsaslanır. P. Debaya görə belə ayırmanın meyarı kimi $1/[\eta]$ kəmiyyəti götürülə bilər, $[\eta]$ – koordinasiya sahələrinin kəsişməsi baş verən məhlulun qatılığına uyğun xüsusi özlülükdür. Molekul kütləsi artdıqca $[\eta]$ yeknəsək olaraq artır, buna görə də sonuncu göstərici daha böyük olduqda məhlul ən aşağı qatılıqda daha qatı hesab oluna bilər.

Duru məhlullardan qatı məhlullara keçid ayrı-ayrı makromolekulların əhəmiyyətini, rolunu itirməsi ilə bağlı olduğundan, qatı

məhlulların öyrənilməsi bütövlükdə sistemin quruluşunu, termodinamiki, mexaniki və reoloji xassələrini təsvir etməyə imkan yaradır. Duru məhlulların öyrənilməsi fərdi makromolekulların xassələri (ölçüsü, forması, codluğu, bərkliyi) haqqında məlumat verir.

Sabit təzyiqlik P və temperaturda T məhlulların xassələrini təsvir etmək üçün entalpiya və entropiya ilə aşağıdakı nisbət ilə ifadə olunan izobar-izotermiki potensialdan (G) istifadə olunur. Bəzən bu göstərici sərbəst enerji (F) adlandırılır.

$$G = H - TS = U + PV - TS,$$

U – daxili enerji, V – cismin həcmi.

Həll edilməkdə G -nin dəyişməsi baş verir.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S,$$

ΔG , ΔH , ΔS – məhlulda və ilkin halda müvafiq qiymətlərin fərqi.

Həllolma zamanı sərbəst enerjinin azalması $\Delta G < 0$ öz-özünə həllolmanı və sistemin daha termodinamiki əlverişli hala keçməsinə göstərir. Tarazlıq halında ΔG minimal olur. ΔH qiyməti həm daxili enerjinin ΔU , həm də həllolma zamanı sistemin həcmnin dəyişməsinə ΔV ifadə edir. Müxtəlifcinsli polimerlər arasında qarşılıqlı təsir bircinsli polimerlərə nisbətən çoxdursa entalpiyanın – daxili istilik tutumunun azalması və həllolma zamanı istiliyin ayrılması (ekzotermiki həllolma, ΔH) baş verir. Müxtəlifcinsli polimer makromolekulların qarşılıqlı təsir enerjisi az olduqda istiliyin udulması baş verir (endotermiki həllolma, $\Delta H > 0$). İstilik effektinin sıfıra bərabər olması isə atermiki həllolma deməkdir. S -in qiyməti elementlərin sistemdə yerləşməsinə ifadə edir. Elementlərin sistemdə nizamlı yerləşməsinin azalması ilə S artır ($\Delta S > 0$). Polimerlərin həll olması zamanı həlledicinin polimerə əlavə edilməsi ona gətirib çıxarır ki, qarışdırma entalpiyasının ΔH_c nisbətən az dəyişməsi zamanı makromolekulların konformasiyasının nisbi sərbəst dəyişiklikləri, yəni sistemin entropiyası çoxalır. Bu zaman qarışmanın ümumi entropiyası ΔS_c aşağı molekullu sistemlərə nisbətən daha yüksəkdir, bu da polimer məhlullarının ideal olmadığını göstərir və bu hal Raul və Vant-Hoff qanunlarından kənara çıxmalarda özünü daha

çox göstərir. İlkin komponentlər arasında uyğunluq və $\Delta G_c < 0$, $\Delta \mu_i < 0$ olduqda həllolma öz-özünə gedir. Bu fərqlərin mütləq qiymətləri nə qədər çox olsa komponentlər arasında termodinamiki uyğunluq bir o qədər çox, onların qarşılıqlı təsiri bir o qədər güclü olur. Polimerlərin və həlledicilərin termodinamiki uyğunluq qiymətinə görə həlledicilər “yaxşı” və “pis” həlledicilərə bölünürlər. Nəticədə həlledicinin keyfiyyətini qiymətləndirmək üçün onun buxarlarının məhlul üzərində nisbi təzyiqini ölçməklə təyin olunan ΔG_c və $\Delta \mu_i$ qiymətlərini bilmək lazımdır.

TERMOELASTOPLASTLAR – istismar şəraitində elastomerlər kimi döənən deformasiyalara qadir polimer materiallardır, yüksək temperaturalarda isə, xüsusilə məmulatın emalı zamanı termoplastlar kimi axıcılığa qabildirlər. Termoelastoplastlar ABA və $(AB)_n$ tipli blok-birgəpolimerlərdir, burada A – sərt termoplast blokları (məsələn, polistirol, polietilen, polipropilen, poliakrilat); B – elastik elastomer blokları (məsələn, polibutadien, poliizopren, birgə-polimerlər – butadien-stirol, izopren-stirol, etilen-propilen). Termoelastoplastı əmələ gətirən homopolimerlər termodinamiki uzlaşmırlar. Buna görə termoelastoplastlar özlərinə məxsus şəkildə ikifazlı sistemlərdir; bu dinamik-mexaniki itkilərin temperatur asılılığında iki dəqiq maksimumun mövcudluğu ilə təsdiq olunur.

Temperaturun polistirolun şüşələşmə temperaturundan yuxarı qalxması polistirol bloklarının seqment çəvikliyinə əmələ gəlməsi, domenlərin yumşalması və onların “bəndləri” birləşdirici funksiyalarının zəifləməsi ilə müşayiət olunur. Nəticədə termoelastoplastlar adi termoplastlara dönürlər.

İki homopolimerin şəffaf olmayan qarışığı ilə müqayisədə analogi tərkibli müvafiq termoelastoplastlar domenlərin kiçik ölçüləri (200-400Å) sayəsində şəffaf olurlar, lakin matrisin və domenlərin şüasındırma əmsalları müxtəlifdir.

Komponentlərin nisbətərini dəyişdikdə termoelastoplastomerlərin xassələri kifayət qədər rəvan və geniş intervalda dəyişir. Komponentlərin nisbətindən başqa termoelastoplastomerlərin

xassələrinə blokların, ilk növbədə elastomer bloklarının molekulyar kütləsi böyük təsir edir.

Termoelastoplastomerlər digər polimerlər və oliqomerlərlə birləşirlər, adi kauçuklarda olduğu kimi onların tərkibinə müxtəlif mineral doldurucu və plastifikatorlar, məsələn, yağlar daxil etmək mümkündür.

Termoelastoplastları həm termoplastlar üçün olan üsullarla (məsələn, təzyiqlə altımda tökmə, ekstruziya), həm də elastomerlərə xas olan (yayma, kalandrlaşdırma) üsullar ilə emal etmək olar. Termoelastoplastomerlərin termoplastlar və kauçuklar üçün modifikator kimi istifadəsi daha perspektivlidir.

TİKİLƏ BİLƏN TERMOREAKTİV POLİMERLƏRİN YAŞAMA QABİLİYYƏTİ – polimerlərin tərkibinə onların bərkiməsinə səbəb olan maddələr – tikici komponentlər (bərkidicilər, inisiatorlar, katalizatorlar, sikkativlər və s.) daxil edildikdən sonra özlü axıcı (plastik) halda emal olunma qabiliyyətini qoruyub saxladığı zamandır. Yaşama qabiliyyəti polimerin kimyəvi tərkibi və aqreqat halı, mühitin temperaturu, təzyiqlə (formalaşma zamanı), bərkidicilərin, inhibitorların, plastifikatorların, doldurucuların və başqa inqrediyentlərin miqdarı və təbiəti ilə müəyyən olunur. Maye polimerlər, oliqomerlər və onların məhlulları üçün yaşama qabiliyyəti geləmələgəlmə (jelatinləşmə) müddəti ilə ölçülür. Bu parametrlə aşağıdakı kimi təyin edilir:

– vizual olaraq – polimer axıcılığını itirdiyi ana qədər olan vaxt;

– viskozimetrik olaraq – polimerə forma vermək mümkün olan bir özlülük əldə edilənə və ya özlülüğün kəskin yüksəlməsinə qədər olan vaxt;

– fırlanma, vibrasiya, dönən-mütərəqqi hərəkət və s. zamanı gel əmələ gələn an və ya müəyyən strukturlaşma dərəcəsində cismin hərəkətinin dayanmasına əsaslanan mexaniki üsullarla;

– strukturlaşma zamanı polimerin temperaturunun yüksəlməsinin qeydə alınmasına əsaslanan metodlarla.

Məsələn, rezol polimerləri əsasında alınan kompozisiyaların köpüklənmə vaxtı, yəni yaşama müddəti 0.5-3 dəqiqə təşkil edir.

Buna görə kompozisiyaları çox miqdarda istifadə etmək və uzaq məsafələrə daşımaq olmaz. Köpüklənmə üçün nəzərdə tutulan bütün əməliyyatları “yaşama qabiliyyəti”nə aid olan vaxt intervalında həyata keçirmək lazımdır. Bu isə texnoloji prosesin icrası üçün müəyyən çətinliklər yaradır.

TİKSOTROPIYA (yunan dilində *thixis* - toxunma və *trope* – dönüş, dəyişmə) – izotermik şəraitdə mexaniki təsir altında polimerlərin və dispers sistemlərin fiziki-kimyəvi xassələrinin dönən dəyişikliyi. Maye mühitlər üçün axma zamanı özlülüyün azalmasında və axma dayandırıldıqdan sonra özlülüyün tədricən artmasında özünü göstərir. Özlü plastik mühitlərdə isə bu özünü deformasiya və dincəldikdə onun ilkin göstəricisinin bərpa olması zamanı bərklik həddinin (axma həddi) azalmasında göstərir. Kristallik polimerlər və elastomerlər üçün – ardıcıl yükləmə-dincəlmə dövrlərində deformasiya xassələrinin dəyişməsidir. Tikotropiya materialın quruluşunun dönən dəyişikliklərinə, məsələn polimerlərin üstmolekulyar quruluşu və ya dispers sistemlərdə kooqulyasiya əlaqələrinin parçalanması ilə əlaqədardır. Tikinti məhlulları, lak-boya materialları, konsistent sürtkülər, qida məhsulları tiksotropik xassələrə malikdir.

TORLU QURULUŞUN ƏMƏLƏ GƏLMƏSİ – müxtəlif makromolekulların atomları arasında rabitələrin əmələ gəlməsi prosesidir. Polimerlərin kimyəvi reaksiyaları içərisində müxtəlif makromolekullar arasında gedən reaksiyalar xüsusi yer tutur. Polimeranaloji və molekul daxili reaksiyalar polimerin kimyəvi təbiətini (yeni funksional qrupların daxil edilməsi, makromolekulların parçalanması, tsiklik quruluşların yaranması) yüksək dərəcədə dəyişsə də, makromolekulun özünə məxsusluğu dəyişməz olaraq qalır. Bu o deməkdir ki, polimer həllolma qabiliyyətini, (hərçənd həlledicinin təbiəti dəyişə bilər), plastik deformasiya və yüksək temperaturlarda və ya mexaniki gərginliklərdə axma qabiliyyətini qoruyub saxlayır. Əgər fərqli makromolekullar qarşılıqlı təsirdə olaraq reaksiyaya girirsə - funksional qruplar və ya bir və daha çox funksional qruplu aşağı molekullu birləşmələr və

sitəsi ilə - bu zaman kimyəvi rabitələr müxtəlif quruluşlu makromolekullar arasında yaranır. Nəticədə bir-biri ilə kimyəvi əlaqəli makromolekulların yeni sistemi yaranır. Bu sistemlər həllolma və dönməyən plastik deformasiya qabiliyyətini itirir. Bir qayda olaraq bu zaman əmələ gələn torlu quruluşlarda mexaniki xassələr kəskin yaxşılaşmış olur.

Molekullararası reaksiyalar ilkin xətti və ya şaxələnmiş polimer makromolekullarının birləşməsi hesabına fəza quruluşlu strukturların yaranmasına səbəb ola bilər. Bu reaksiyalar iki istiqamətdə gedə bilər: 1) müxtəlif makromolekulların funksional qrupları arasında stabil kimyəvi əlaqələrin əmələ gəlməsi ilə başlayan reaksiyalar; 2) aşağı molekullu maddələrin polimer makromolekullarının müxtəlif fraqmentləri ilə gedən reaksiyalar.

Polimerlərdə fəza strukturları və ya tikili strukturlar prinsip-cə tam fərqli yolla: əvvəlcədən bir-biri ilə əlaqəsi olmayan makromolekullar əmələ gəlmədən başlayır. Bu üsul reaksiyaya daxil olan monomer və ya oliqomerin hec olmasa birinin molekulunda ən azı üç funksional qrup olan halda ilk olaraq şaxəli, sonra fəza quruluşlu polimerin alınmasından ibarətdir. Yaranan tikili strukturlar, bir qayda olaraq, makromolekulların bir-birinə birləşməsindən əmələ gələn tikili strukturlarla müqayisədə daha mükəmməl olub, kəmiyyətcə daha yaxşı təsvir edilir.

Tikili struktur həm də zəncirvari reaksiya ilə zəncirin sonunda ikiqat rabitələrə malik oliqomerlərdən də alınabilir, lakin onun quruluşu daha az mükəmməl olacaqdır.

Tikili quruluşlu polimerlərin alınması ilkin monomerlərin (məsələn, fenol-formaldehid, qliftal qatranları) və ya oliqomerlərin (məsələn, poliefiruretanlar, poliefir akrilatlar) polimerləşməsi ilə həyata keçirildikdə proses tikili xətti polimer makromolekullarının əmələ gəlməsi mərhələsini keçmədən həyata keçirilir. Belə ki, bu halda heç bir əhəmiyyətli dərəcədə qiymətli mexaniki xassələrə malik olmayan ilkin aşağı molekül kütləli maddələr birbaşa yüksək mexaniki və digər xassələrə malik fəza quruluşlu strukturlaşmış polimerə çevrilir.

TOZ ŞƏKİLLİ BOYALAR – toz şəkilli boyalar toz halında bərk hissəciklərdən və havadan ibarət çoxkomponentli dispers sistemlərdir. Toz boya suda həll olmayan, iysiz və rəngsiz maddədir. Lazım olan rəng çalarlarını əldə etmək üçün narın halda olan toza müxtəlif qarışıqlar əlavə olunur.

Toz şəkilli kompozisiyaların tərkibinə bərkidicilər, örtükəmələgətirici qatranlar, doldurucular, piqmentlər, məqsədli əlavələr daxil olur. Tozun dənəvərliyi təqribən 10-100 mkm olur, belə boyaların tətbiqinin əsas üstünlüyü həlledicinin istifadə olunmamasıdır.

Örtükəmələgətiriciliyə görə toz şəkilli boyaların iki böyük kateqoriyası mövcuddur: termoplastik və termoreaktiv.

Termoplastik boyalar. Termoplastik örtükəmələgətiricilər əsasında hazırlanan birinci qrup boyalar kimyəvi çevrilməyə məruz qalmadan detallar üzərində örtük əmələ gətirirlər. Onların əsasında həll olan örtüklər alınır. Bu qrup toz şəkilli boyalara polivinilbutiral, poliamid, polivinilxlorid, polietilen əsasında alınan boyalar aiddir. Tərkibində *poivinilbutiral* olan toz şəkilli boyalar əsas etibarlı ilə qoruyucu-dekorativ, benzola davamlı, aşınmaya davamlı və elektrikdən izolyasiya məqsədi ilə otağın daxili rənglənməsində istifadə olunur. Belə örtüklər otaq temperaturunda duz və su mühitinin təsirinə davamlıdırlar.

Polivinilxlorid boyaları yuyucu vasitələrə, həmçinin atmosferə davamlı örtüklər əmələ gətirirlər. Belə boyalar otağın daxili və xarici rənglənməsində istifadə edilir.

Poliamid tərkibli boyalar daha geniş yayılmışdır. Belə boyalar cəlbedici, gözəl xarici görünüşlü, möhkəm, bərk və həlledicinin təsirinə davamlı örtük əmələ gətirirlər.

Poliolefin əsasında alınan toz şəkilli boyalar (polipropilen, polietilen) yüksək fiziki-mexaniki, elektriki izolyasiya və antikorroziya xassələri ilə fərqlənirlər və səthin qorunması üçün tətbiq edilirlər. Belə tip örtüklərin çatışmayan cəhəti onların çatlamağa meyilli olmasıdır. Bundan başqa, belə örtüklərin atmosferə davamlılığı yüksək deyil.

Termoreaktiv boyalar. Termoreaktiv örtükəmələgətiricilər əsasında alınan ikinci qrup toz şəkilli boyalardır. Bu tip örtüklər hissəciklərin əriməsi və kimyəvi reaksiyalar hesabına əmələ gəlir. Bu örtüklər əriməyən və həll olmayandırlar. Bu qrup toz şəkilli boyalar poliefir və epoksid qatranları, poliuretan, akrilatlar əsasında alınır və maşınqayırma sənayesi məmulatlarının rənglənməsi üçün istifadə olunurlar.

Epoksid boyalar mexaniki möhkəm, yüksək adgeziyaya malik, həlledici təsirinə qarşı davamlı olurlar, lakin qızdırıldıqda saralırlar. Ultrabənövşəyi şüaların təsirindən yuxarı qat parçalana bilir və təbaşir şəkilli olur.

Epoksid-poliefir boyaların tərkibi bərkimə prosesində bir-biri ilə qarşılıqlı təsirdə olan poliefir və epoksid örtükəmələgətiricilərdən ibarətdir. Bu boyalar saralmaya az meyli olmaları və yüksək temperatura daha davamlı olmaları ilə fərqlənirlər.

Toz şəkilli poliefir boyalarının açıq havada üst qatları dağılmadığına görə açıq obyektlərin rənglənməsində istifadəyə daha mənasibdir.

Poliuretan boyalar örtüklərə xüsusi davamlı parıltı verir. Onlar sürtünməyə məruz qalan məmulatların qorunmasında tətbiq olunur. Bundan başqa, belə rənglər səthə sıxılmış ipək teksturasını xatırladan dekorativ görünüş verə bilir. Poliuretan örtüklər atmosfer şəraitinə, həlledicilərə, suya, maye yanacağa, mineral yağlara qarşı yüksək davamlılığa malikdirlər.

Akrilat əsaslı toz şəkilli boyalar xarici təsirə məruz qalan obyektlərin rənglənməsi üçün istifadə edilir. Bu boyalar qələvilərə, yüksək temperatura davamlı olurlar. Örtük uzun müddət öz rəngini və parıltısını itirmir.

TSVETKOVUN ORİYENTASIYA PARAMETRİ (SVETKOV PARAMETRİ). Oriyentasiyanın nisbətən geniş yayılmış kəmiyyət göstəricisi $\cos^2\theta$ -dir, θ -verilmiş makromolekul sahəsi və nümunənin oriyentasiya oxlarının arasındakı bucaqdır, maye-kristal hal üçün istifadə olunduğu kimi istifadə edilir.

Svetkov parametri (F). Bu parametr polimerlərin orientasiyasının birmənalı və dolğun göstəricisi deyil, buna görə də müxtəlif üsullarla (ikiqat şüasındırma, rentgen-struktur analiz, İQ-dixroizm, akustik üsullar, müvafiq işarələrin daxil edilməsi ilə lüminessensiyanın polyarlaşması, NMR-spektroskopiyası və s.), hətta bir üsul daxilində belə əvvəldən orientasiya olunmuş müxtəlif quruluşlu polimerlər üçün praktiki olaraq həmişə fərqli ədədi göstəricilər alınır.

Rahat, lakin yenə tam birmənalı olmayan parametrlər, texnoloji şəraitdə lifin maksimum orientasiyasına asanlıqla nail olmağı göstərmək üçün istifadə olunan orientasiya elastikliyi ξ -dir və orientasiya işi E və γ -nın əks qiymətiləri ilə təyin olunur.

$$\xi = (E\gamma)^{-1}.$$

Makromolekulların orientasiyasının qiymətləndirilməsi üçün zəncirin uclarının arasındakı məsafənin (h) kontur uzunluğuna (L) nisbəti ilə təyin olunan burulma dərəcəsi (x) istifadə olunur

$$X = \frac{h}{L}$$

Strukturda molekulyar orientasiyanın olması təcrübi yolla ikiqat şüasındırmanın kəmiyyəti ilə ifadə edilə bilər:

$$\Delta n = \frac{2\pi(n_0^2 + 2)^2}{45n_0} N(\alpha - \alpha_2) f(\lambda),$$

n_0 – şüasındırma göstəricisinin orta qiyməti; N – həcm vahidində seqmentlərin sayı; $\alpha - \alpha_2$ – əsas istiqamətlərdə polyarlaşma qiymətlərinin fərqi.

$f(\lambda)$ funksiyası polimerin dartılma dərəcəsi λ -dan asılıdır:

$$f(\lambda) = \lambda^2 - \lambda^{-1}.$$

TURŞU ƏDƏDİNİN TƏYİNİ. Turşu ədədi 1q polimerin neytrallaşmasına sərf olunan KOH və ya NaOH (mg) miqdarıdır. Turşu ədədini təyin etmək üçün polimerin dəqiq çəkilmiş (0,0002 g dəqiqliklə) nümunəsini CH_3Cl , CCl_4 və ya başqa uyğun həlledicidə həll edirlər və 1 saat müddətində əkssoyuducu ilə təchiz

edilmiş kolbada qızdırırlar, sonra sərbəst turşunu fenolftaleninin iştirakı ilə 0,1 N qələvi məhlulu ilə titrləyirlər:

$$T_{\text{turşu ədəi}} = \frac{56,1(V_1 - V_2)N}{a},$$

burada, V_1 və V_2 uyğun olaraq təcrübədən əvvəl və işçi təcrübədə titrləməyə sərf olunan KOH həcmi, ml; N - qələvi məhlulunun normallığı; a -polimerin miqdarı, g; 56,1- 1 ml həlledicidə KOH kütləsi, mg.

Turşu ədədi ГОСТ 32327-2013 üzrə təyin olunur.

– Ü –

ÜZVİ PEROKSİDLƏR. Kükürd və ya kükürd saxlayan birləşmələrin (silisium-üzvi birləşmə, etilen-propilen, tərkibində uretan və flüor saxlayan bəzi kauçuklar, xlor sulfonlaşdırılmış polietilen) iştirakında vulkanlaşmayan doymuş kauçukların vulkanlaşdırılması üçün rezin qarışıqların işləndiyi temperaturlarda nisbətən stabil olan, vulkanlaşdırma temperaturunda isə asanlıqla sərbəst radikallara parçalanan peroksidlərdən istifadə olunur. Peroksidlərin bu məqsədlə istifadəsi üçün belə şəraitin təmin edilməsi, onların seolitlər üzərində adsorbsiya edilmiş formada tətbiqi ilə asanlaşdırılır, bu da yüksək uçuculuğa malik birləşmələrin istifadəsinə imkan yaradır.

ÜZVİ PLASTİKLƏR (üzvi liflər) - tərkibində doldurucu kimi üzvi liflər saxlayan polimer konstruksiya materiallarıdır. XX əsrin əvvəllərində yaranmış bu materiallar polimer konstruksiya materiallarının ən qədim növüdür. Üzvi plastiklərin ilk inkişaf dövründə onları təbii üzvi liflərlə - pambıq parça, kətan kəndiri, selüloza lifləri ilə armaturlaşdırırdılar (məhkəmiyini artırmaq üçün). Lakin təbii liflərin məhkəmiyininin, bərkliyinin, istiliyə davamlılığının kifayət qədər yüksək olmaması onların tədricən sintetik liflərlə - kapron, nitron, neylon, lavsanla və s. əvəz olunmasına gətirib çıxardı.

Üzvi plastiklərin fərqli xüsusiyyətləri – onların aşağı sıxlığı ($1000-1400 \text{ kg/m}^3$), xassələrinin yüksək sabitliyi, aşağı məsaməlilik, yüksək plastiklik, zərbə özlülüyü və aşağı istilik keçiricilik (şüşə plastiklərdən 2-3 dəfə aşağı) qabiliyyətidir.

Son illərdə üzvi liflərin yeni növləri işlənib hazırlanmışdır, bunlardan ən davamlı və möhkəm olanlar aromatik poliamidlər əsasında alınanlardır. Bu liflərin 60 % (həcmi) qatılıqlarında epoksid əsaslı bir istiqamətli üzvi plastiklər - 1300 kg/m^3 sıxlığa, liflər boyunca 10 kgQ/mm^2 , liflərə köndələn - $2,8 \text{ kgQ/mm}^2$ dartılma möhkəmliyinə, liflər boyunca - 8500 kgQ/mm^2 , liflərə köndələn - 500 kgQ/mm^2 sıxılmada elastiklik moduluna malikdirlər. Bu üzvi plastiklərdə dartılmada xüsusi möhkəmlik şüşə- və kömür plastiklərdə olduğundan yüksəkdir, lakin bərklik göstəricisi aşağıdır. Üzvi plastiklərin çatışmayan cəhəti onların sıxılmada möhkəmliliyinin aşağı olmasıdır. Neylon lifli üzvi plastiklərin zərbə özlülüyü -2000 kgQ/cm , PRD-49 tipli lifləridə- $300-500 \text{ kgQ/cm}$ -ə kimidir.

Bəzən öz-özünü armaturlaşdıran, gücləndirən adı altında tanınan üzvi liflər hazırlanır. Bu materiallarda matrisa və gücləndirici eyni kimyəvi tərkibə, lakin müxtəlif quruluşa malikdir. Məsələn, poliimid qatranlarını poliimid lifləri ilə möhkəmləndirirlər. Materiallar incə sap şəklində iri cismə nisbətən daha çox davamlı olduqları üçün öz-özünə möhkəmləndirilmiş qatranın davamlılığı möhkəmləndirilməmiş qatrandan yüksək olur.

Çox vaxt doldurucu kimi üzvi liflər başqa tip - şüşə, karbonlu, borlu və s. liflərlə birlikdə istifadə edilir. Bu polimer tikinti materiallarının xüsusiyyətlərini geniş hədlərdə tənzimləməyə imkan verir. Üzvi plastiklər tikinti materialları kimi istifadə olunurlar. Onların mobil telefonların konstruksiyasında, döşəmə və tavan panellərinin, qapıların, arakəsmələrin, təyyarənin ön və arxa qanadlarının hazırlanmasında tətbiqi konstruksiya materiallarının çəkisini kəskin şəkildə azaltmağa və onların faydalı gücünü artırmağa imkan verir. Üzvi plastiklər elektro- və radiotexnikada cihazların gövdələrinin, antennaların, izolyatorların, radioşəffaf

müqavimət sipərlərinin hazırlanmasında, istilik qoruyucu qurğularda geniş istifadə olunur.

–V –

VAKUUM FORMALAŞMA- (vacuum forming, Vakuum - verformung, formage sous vide) - yüksək elastik vəziyyətə qədər qızdırılan termoplastik materiallardan məmulatların formalaşma üsulu. Formalama, atmosfer təzyiqi ilə qəlib boşluğunun içərisində yaranan vakuum arasındakı fərqdən yaranan bir qüvvənin təsiri altında həyata keçirilir.

Formalanmanın texnologiyası aşağıdakı kimidir. Təbəqə formalı vəraq materialından hazırlanmış nümunə, sıxma çərçivəsindən istifadə edilərək formanın perimetri ətrafında kip şəkildə bərkidilir və qızdırılır. Sonra formanın daxili boşluğu öncədən vakuumun yaradıldığı qəbulediciyə qoşulur. Formanın boşluğunda yaranan seyrəklik səbəbindən qızdırılan təbəqə onun içərisinə sovrulur. Məhsulun formasının saxlanması üçün soyudulmadan sonra, kameradan çıxarılır. Xüsusi təzyiq $0,09-0,095 \text{ MN/m}^2$ ($0,9-0,95 \text{ kgQ/cm}^2$) təşkil edir. Yüklənmə kiçik qalınlıqlı plyonka və təbəqələrdən ibarət olan məhsulların formalaşması zamanı istifadə olunur. Qalın təbəqələrdən ibarət məhsullar formalaşdırmaq üçün tez-tez vakuum yaradılması, sıxılmış havanın istifadəsi və mexaniki formalaşma birgə tətbiq edilir.

VALSLAR– polimer materialları üçün valslar – paralel yerləşən və bir-birinə doğru fırlanan içi boş silindrlər (valslar) arasındakı boşluqda polimer materialların təkrar emalının həyata keçirildiyi aparatdır.

Təsnifatı: Valslar ölçüsünə görə laboratoriya ($d=225 \text{ mm}$), xüsusi halda mikro valslar ($d=40 \text{ mm}$, $l=140 \text{ mm}$) və istehsal valslarına ($d=300-800 \text{ mm}$) bölünür. Təyinatına görə valslar sür-tünmə və bəzi hallarda valsın səthinin profili ilə fərqlənən aşağıdakı qarışıq növlərə bölünür:

-qarışıq listvari - rezinləri, kaucuku plastikləşdirmək və polimerləri müxtəlif bərk və maye inqrediyentlərlə qarışdırmaq, habelə rezin qarışıq əsasında vərəqləri hazırlamaq üçün;

-regenerativ-qarışdırma - regeneratın üyüdülməsi üçün;

-isitmə - kalender və ya şpris maşınına verilən rezin qarışıqlarının qızdırılması və yumşaldılması üçün;

-xırdalayıcı (kraker barmaqları) - rezini daha kobud, qaba xırdalamaq üçün;

-rafinəedici valslar - regeneratı xaricdən daxil olmamış qarışıqlardan təmizləmək üçün;

-xüsusi bir təməl olmadan ikinci və ya daha yüksək mərtəbələrdə quraşdırmaq üçün nəzərdə tutulmuş yüngül konstruksiyalı valslar.

VULKANLAŞMA AKTİVLƏŞDİRİCİLƏRİ – rezin qarışıqlarının vulkanizasiya prosesində kaucukların strukturlaşmasının effektivliyini artıran komponentlərdir.

Vulkanizasiya agenti və vulkanizasiya prosesini sürətləndirən komponentlər saxlayan sistemlərdə vulkanizasiya aktivatorlarının tətbiqi elastiklik modulunu, dartılmada möhkəmliyini, surtünməyə qarşı müqaviməti və vulkanizatların dinamik xassələrini yüksəltməyə imkan verir. Vulkanizasiya aktivatorlarından (fermentlərin təsirini gücləndirən kimyəvi maddələr), əsas etibarilə kaucukların kükürd və kükürd saxlayan birləşmələrlə vulkanlaşdırılmasında istifadə olunur.

Vulkanlaşdırıcı aktivator kimi ikivalentli metalların (Zn, Mg, Ca, Cd) oksidlərindən, üzvi əsaslardan (mono-, di- və trietanolaminlər), dibutilammoniumoleat, tiokarbamid, karbamid və yağ turşularının kompleksləri, etilenqlikolun ammonium stearatla qarışığı və s. istifadə olunur. Sənayedə daha çox metal oksidləri və xüsusilə tərkibində 99,5%-dən az olmayan (ZnO-ə görə hesablanmış) Zn və 0,02%-dən çox olmayan Pb birləşmələri saxlayan M-1 markalı sink oksidi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Son vaxtlar

rezin qarışıqlarında ZnO-in xırdalanmasını yaxşılaşdırmaq məqsədi ilə aktivləşdirilmiş, səthi aktiv maddələrlə işlənmiş ZnO-dən istifadə olunur.

Rezin qarışığına adətən ZnO aşağıdakı miqdarlarda (küt. hissəsi 100 g kauçukun kütləsinə görə) əlavə olunur: sis-1,4-butadien və butadien stiroil kauçukları-3, izopren kauçukları (təbii və sintetik)-5. Bəzi halda vulkanizasiya aktivatorları kimi eyni vaxtda 2 metal oksidlərindən birgə istifadə olunur. Məsələn, ZnO +MgO, bu da rezin qarışıqlarının və vulkanizatların bəzi keyfiyyət göstəricilərini (vulkanizasiyaya davamlılığı, çoxqatlı məmulatlarda əlaqələrin möhkəmliyini və s.) yaxşılaşdırılmağa imkan verir. Metal oksidlərinin vulkanizasiya aktivatorları kimi xüsusiyyəti və effektivliyi kauçukun kimyəvi təbiəti, vulkanizasiya gücləndiricisi və doldurucunun tipi vulkanizasiya temperaturu ilə müəyyən olunur. Metal oksidləri bəzi kauçuklar üçün, məsələn, karboksilat və xloropren tipli kauçuklar üçün müstəqil vulkanlaşdırıcı agentdir.

Üzvi vulkanizasiya aktivatorları məhdud miqdarda əsas etibarlı ilə tərkibində aşağı pH göstəricisinə malik mineral doldurucu saxlayan açıq rəngli rezinlərin hazırlanmasında istifadə olunur. Təbii kauçuk əsaslı rezin qarışıqlarında bu vulkanizasiya aktivatorları ZnO nisbətən az effektivdir, buna baxmayaraq vulkanlaşma prosesini vulkanizatın möhkəmlik göstəricilərini pisləşdirmədən 143°C yuxarı temperaturda aparmağa imkan verir. Tiokarbamid tipli birləşmələrdən vulkanizasiya aktivatorları kimi istifadə az miqdarda kükürdün istifadəsi ilə (100 küt. payı kauçuka 1,0 küt. payı qədər) və ya üzvi disulfidlərlə rezin qarışıqlarının vulkanlaşma proseslərində mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

VULKANLAŞDIRICI AGENTLƏR- vulkanlaşma prosesində kauçuk makromolekullarının fəza quruluşu əmələ gətirməklə tikilməsini həyata keçirən maddələrdir. Vulkanlaşdırıcı agentlərə kükürd, onun kimyəvi analogları- selen və tellur, bəzi

üzvi di- və polisulfidlər, üzvi peroksidlər, metalların oksidləri, alkilfenol-formaldehid qatranları, xinon törəmələri, diaminlər, diizosianatlar və digər bifunksional üzvi birləşmələr aiddir. Vulkanlaşdırıcı agentlər və ya onların molekullarının ayrı-ayrı fraqmentləri çox vaxt makromolekullar arasındakı çarpaz əlaqələrin tərkibinə daxil olurlar. Bəzi vulkanlaşdırıcı agentlər isə bu əlaqələrin tərkibinə daxil olmayaraq, onların arasında C-C rabitəsi əmələ gətirməklə makromolekulların tikilməsini həyata keçirirlər. Vulkanlaşdırıcı agentin kauçuka təsiri onun davamlılığının, elastikliyinin, tarazlıq modulunun kəskin yüksəlməsi, həmçinin aromatik karbohidrogenlərdə həllolma qabiliyyətinin itməsi ilə ifadə olunur. Vulkanlaşdırıcı agent rezinin xassələrinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Əksər hallarda vulkanlaşma prosesi vulkanlaşdırıcı agentdən başqa tərkibində vulkanlaşma aktivatoru saxlayan vulkanlaşdırıcı sistem vasitəsilə həyata keçirilir. Bu maddələr vulkanlaşdırıcı agentin reaksiya qabiliyyətini artırır.

Kükürddən istifadə etməklə əldə olunan rezinlər dartılmaya qarşı yüksək davamlılıq və çoxsaylı deformasiyalara qarşı böyük dözümlülüklə xarakterizə olunurlar ki, bu da vulkanizatorun tərkibində polisulfid çarpaz rabitələrin mövcudluğu ilə izah olunur. Eyni səbəbdən kükürd vulkanizatorları istilik təsiri ilə qocalmaya qarşı davamlı olurlar.

Alkilfenol-formaldehid qatranları kükürlü qatranlardan çarpaz rabitələrin xarakterinə və tipinə görə əsaslı şəkildə fərqlənən rezinlərin alınmasında istifadə edilir.

Tərkibində 3%-dən çox funksional metilol qrupu saxlayan qatranlar vulkanlaşdırıcı təsirə malikdir. Rezin qarışığında qatranın miqdarı adətən 5-12 kütlə hissəsi, vulkanlaşma temperaturu isə 160-180°C-dir. Qatranlarla vulkanlaşma prosesini effektiv sürətləndirən tərkiblərə – metalların xloridləri ($\text{SnCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnCl}_2 \times 1,5\text{H}_2\text{O}$), xlorpren kauçuku, xlor-sulfonlaşdırıl-

mış polietilen və bəzi polixloraromatik birləşmələr aiddir. Bu sonuncu tərkiblər aşağı korroziya aktivliyi göstərdiyinə görə onlara bir qədər üstünlük verilir.

Sənaye miqyasında əsasən p-oktilfenolformaldehid (yumşalma temperaturu 65-75°C, metilol qruplarının miqdarı 6,5-8%) və tretbutilfenolformaldehid (yumşalma temperaturu 75-85°C, metilol qruplarının miqdarı 2-7%) qatranları istifadə edilir.

Alkilfenol-formaldehid qatranı əsasında alınan rezinlərin əsas üstünlükləri – kükürlü vulkanlaşdırıcı sistem iştirakında alınan rezinlərlə müqayisədə yüksək istiliyə davamlılıq (bəzi hallarda üzvi disulfidlər iştirakında alınan rezinlərlə də müqayisədə), eyni zamanda aşağı qalıq sıxılma göstəricilərindən ibarətdir.

Makromolekulları (xlorpren, vinilpiridin, karboksilat) kimi funksional qruplar saxlayan kauçukların vulkanlaşdırılmasında epoksid qatranlarından istifadə olunur.

VULKANLAŞMA – resin istehsalının texnoloji prosesidir, bu prosesdə kauçukdan resin alınır. Vulkanlaşma prosesində kauçuk makromolekullarının rabitələrlə eninə birləşməsi nəticəsində fəza quruluşlu vulkanlaşmış resin alınır.

Vulkanlaşma nəticəsində kauçukun aşağıda verilən göstəriciləri dəyişir:

- dartılma möhkəmliyi;
- nisbi uzanma;
- verilmiş uzanmada gərilmə;
- möhkəmlik;
- qalıq deformasiya;
- elastiklik;
- şaxtaya dözümlülük;
- şişmə;
- qaz nüfuzetmə;
- istiliyə davamlılıq;
- elektrik müqaviməti.

Vulkanlaşma prosesində əmələ gələn makromolekullar arasında eninə əlaqələrin miqdarı kauçukun tikilmə dərəcəsini, yaxud vulkanlaşma dərəcəsini müəyyən edir.

Kauçukun tikilmə dərəcəsinin artması ilə aşağıda qeyd edilmiş dəyişikliklər müşahidə edilir:

– nisbi və qalıq uzanmanın asimptotik olaraq müəyyən kiçik qiymətə yaxınlaşmaqla azalması;

– vulkanizatların aşağı temperaturalarda yüksək elastiklik xüsusiyyətlərinin artması;

– vulkanizatın üzvi həlledicilərdə şişmə qabiliyyətinin azalması;

– elastomerlərdə qazların diffuziya olunma qabiliyyətinin bir qədər azalması;

– sistemin mexaniki davamlılığının asimptotik olaraq müəyyən yüksək qiymətə yaxınlaşmaqla artması.

Vulkanlaşma nəticəsində kauçukun dinamik itki, çoxsaylı deformasiyaya qarşı müqavimət və çoxsaylı deformasiyada istilik əmələgəlmə kimi göstəriciləri çox dəyişir, köhnəlmə, qocalma kimi göstəriciləri isə nisbətən az dəyişmiş olur.

Rezin qarışığından asılı olaraq vulkanlaşma prosesi 4 mərhələyə bölünür:

– vulkanaltı proses (tıxlaşma). Bu zaman rezin qarışığı axıcılığını itirir;

– qeyri-tam vulkanlaşma (gərginlik çox da böyük olmayan sürətlə yüksəlir və qalıq deformasiya kifayət qədər yüksək olur);

– optimal vulkanlaşma. Bu mərhələdə rezin məmulatının fiziki və mexaniki xassələrinin yüksək uzlaşma göstəricisi əldə edilir;

– təkrar vulkanlaşma. Bir çox sintetik kauçuklar üçün bu mərhələdə modulun bir qədər yüksəlməsi müşahidə olunur.

Kauçukların isti və soyuq vulkanlaşma prosesləri mövcuddur.

İsti vulkanlaşma zamanı ikiqat rabitələr 140-160°C temperaturda kükürlə tikilir.

Soyuq vulkanlaşma S_2Cl_2 iştirakı ilə həyata keçirilir. Kükürlü vulkanlaşmanın növlərindən biri olan Piçi metodu ilə əvvəlcə kauçuk qaz halında olan SO_2 , sonra isə H_2S mühitinə yerləşdirilir. Bu şəraitdə vulkanlaşma prosesi otaq temperaturunda tez bir zamanda başa çatır. Kükürlü vulkanlaşmanın çatışmayan cəhəti termiki və kimyəvi davamlılığın aşağı olmasıdır.

Dien əsaslı kauçuklar kükürlü vulkanlaşma ilə yanaşı tərkibində kükürd saxlamayan komponentlərlə də vulkanlaşa bilər: üzvi peroksidlər, xionlar və onların oksim və imin törəmələri ilə, alkilfenolformaldehid qatranları, polihalogen tərkibli birləşmələr, diazodikarboksiefirlər, diazoamidobenzolun iştirakı və həmçinin ionlaşdırıcı radiasiya, ultraqırmızı şüanın təsiri ilə və s. Üzvi polisilikatlar, xlorşülfələmiş polietilen və poliefirlər yalnız kükürdsüz vulkanlaşdırma üsulu ilə vulkanlaşır. Makromolekulunda funksional qruplar saxlayan kauçuklar bifunksional maddələrlə vulkanlaşır.

VULKANLAŞMA ŞƏBƏKƏSİ- çarpaz əlaqələrlə tikilmiş makromolekul zəncirlərinin əmələ gətirdikləri üçölçülü şəbəkədir. Vulkanlaşma şəbəkəsinin strukturu çarpaz əlaqələrin quruluşu, qovşaqların funksionallığı, orta molekul kütləsi və götürülən polimerin molekul kütlə paylanması xarakteri ilə müəyyən edilir.

Vulkanlaşma prosesinin mexanizmindən asılı olaraq, molekulyar zəncirləri şəbəkəyə müxtəlif funksionallıq dərəcəsinə malik qovşaqlar vasitəsilə qoşmaq mümkündür. Bir qovşaqdan ayrılan şaxələnmələrin sayından asılı olaraq tri-, tetra- və polifunksional qovşaqlar mövcuddur.

Vulkanlaşma şəbəkəsinin strukturunun nəzəri statistikasını tədqiq etmək üçün quruluş parametrləri ilə - polimerin molekul kütləsi və molekul kütlə paylanması, həmçinin qovşaqların funksionallıq dərəcəsi arasındakı asılılıqla müəyyən edilir. Bu məqsədlə təsadüfi molekul kütlə paylanmasına malik polimerin əmələ gətirdiyi tetrafunksional vulkanlaşma şəbəkələri daha çox tədqiq olunur. Çünki

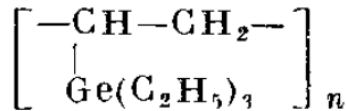
onların quruluşu real vulkanlaşma şəbəkəsinə daha yaxındır. Belə ki, molekulyar zəncirlərin tikilmə ilə eyni vaxtda baş verən destruksiya ilkin polimerin molekül-kütlə paylanması təsadüfi olmadığı halda belə, sonda təsadüfi quruluşa daha yaxın olmasına gətirib çıxarır.

Vulkanlaşma şəbəkəsi həll olan hissə - zol fraksiya və həll olmayan hissədən- gel fraksiyadan ibarətdir.

– Y –

YAN ZƏNCİRDƏ QERMANİUM ELEMENTİNƏ MALİK POLİMERLƏR. Bu polimer qrupunun bir neçə nümayəndəsi məlumdur.

Politrietilvinilgermanium



Molekul kütləsi 8000 olan bərk, ağımtıl tozdu, benzolda və xloroformda həll olur. Trietilvinilgermaniumun anion mexanizmi ilə ilə 48 saat ərzində 20°C temperaturda, 2% n-C₄H₉Li iştirakında polimerləşməsindən alınır (çıxım 26%). Trietilvinilgermaniumun 120°C-də radikal polimerləşməsi zamanı polimerləşmə dərəcəsi 3-4 olan aşağı molekül kütləli məhsul alınır.

YÜKSƏK ELASTİKLİKLİ POLİMERLƏR – üç fiziki vəziyyətdə ola bilər: şüşəvari, yüksək elastiki və yüksək özlü. Bu fiziki hallar hərəkətilik dərəcəsi və relaksasiya vaxtı ilə fərqlənirlər.

Yüksək elastiki vəziyyət – amorf polimerlərin fiziki hallarından biridir. Bu halda yüksək elastiki deformasiya üstünlük təşkil edir.

Polimerlər, həmçinin sərt zəncirli şişmiş polimerlər, müxtəlif temperatur intervallarında tipik yüksək elastikli materiallara oxşayırlar.

Yüksək özlü axıcı halda olan polimerlərin digər polimerlərdən fərqli cəhəti onların axa bilməsidir. Axma – molekulların ağırlıq mərkəzlərinin istiqamətinin bir-birinə nisbətən yönəldilmiş dönməyən yer dəyişməsidir. Bu yerdəyişmə kənardan verilən gücün təsiri ilə plastik deformasiyanın inkişafı ilə müşayiət olunur.

Makromolekullar müxtəlif konformasiyalarda ola bilərlər. Makromolekulun bir konformasiyadan digərinə keçidi makromolekulun manqalarının tək rabitələr ətrafında fırlanması ilə baş verir. Makromolekula onun izomerlərinin qarışığı kimi baxmaq olar.

Makromolekulun dartılması:

- makromolekulun manqalarının çevrilmə izomerlərinin makrozəncirin izomerlər toplusu dəyişmədən yenidən paylanması;
- çevrilmə izomerlər toplusunun burulmuş izomerlərdən trans izomerlərə keçdikdə dəyişməsi.

Birinci proses makrozəncirin daxili enerjisinin deyil, entropiyasının dəyişməsi ilə, ikinci proses isə makrozəncirin həm entropiyasının, həm də daxili enerjisinin dəyişməsi ilə bağlıdır.

Polimerin şüşəvari halı üçün tarazlıq vəziyyətinə yaxın halda atomların titrəyişli hərəkətləri ilə bağlı minimum hərəkətlilik həddi və böyük relaksasiya müddəti (10^{13} s); yüksək elastik halı üçün seqment hərəkətliliyi və müşahidə müddəti ilə ölçülən relaksasiya müddəti; özlü axıcı hal üçün isə makromolekulyar hərəkətlilik və çox kiçik relaksasiya (10^{-13} s) müddəti xarakterikdir.

Kondensləşmiş fazada polimerlərin nəzərə çarpan fərqli xüsusiyyəti odur ki, zəncirvari makromolekulların və onların aqreqatlarının yenidən qruplaşmasının relaksasiya prosesləri xarici yüklənmənin təsiri altında olduqca yavaş gedir və bir neçə gün, bəzən bir neçə ay ərzində belə bitmir. Relaksasiya proseslərinin temperaturdan asılılığı cismin hər hansı struktur elementlərinin hərəkətliliyində dəyişikliyin asan müşahidə edilən temperatur intervalında daha aydın özünü göstərir. Polimerdə daima iki qrup proses baş verməlidir: biri makrozəncirin müəyyən hissələrinin yerdəyişməsi ilə, digəri isə zəncirin kiçik hissələrinin titrəyişi ilə əlaqədar proseslərdir.

Müxtəlif dinamik rejimlərdə işləyən polimer məmulatlarının yüksək elastikliyinə onların statik və ya buna yaxın sınaqlarda (dağıdıcı maşın, mexaniki durometr və s.) təyin edilmiş yüksək elastik xassələrinə görə qiymətləndirmək olmaz. Lakin istismar şəraitlərinə yaxın olan şəraitlərdə onları xarakterizə edən üsullardan ən yaxşısı deformasiyanın gərginlik və temperaturun dəyişmə tezliyindən asılılığının təyiniyədir.

Yüksək elastik halda polimerlərin strukturunun dəqiqləşdirilməsi molekulyar nizamlanmanı nəzərə almaqla həyata keçirilməlidir. Xətti polimerlərdə aşağı temperaturalarda molekulyar nizamlanma dəstə şəklində görünür. Onların dağılması və temperaturun artımı zamanı daha az dözümlü üstmolekulyar strukturlar əmələ gəlir.

YÜKSƏK ELASTİKLİYİN BƏRPA OLUNMASI – bu ekstrudentin, şırnağın ölçüləri ilə müqayisədə kanalın eninə ölçülərinin böyüməsidir. Yüksək elastik bərpa olunma (e simvolu ilə işarələnir) eyni zamanda dönən və dönməyən deformasiyalara qabil elastomerlərin, ərintilərin və polimer məhlullarının axma prosesi üçün xarakterikdir. Statik şəraitdə ərintilərdə və polimer məhlullarında makromolekul zəncirləri fəza quruluşu əmələ gətirməklə yüksək dərəcədə bir-birinə dolaşmış olur. Hərəkət prosesində qarşılıqlı təsir qüvvələrinin qırılması nəticəsində makromolekul zəncirlərinin fəza quruluşunda sıxlıq azalır və bununla yanaşı deformasiya başa çatdıqdan sonra mayelərin yüksək elastiki bərpa olunma qabiliyyəti də azalır. Yüksək elastiki bərpa olunma kəmiyyətcə yüksək elastiklik əmsalı ilə (e) qiymətləndirilir. e – silindr formalı kapillyardan çıxmış ekstrudatın (şırnağın) diametrinin kapillyarın diametrinə olan nisbətidir. e -nin qiyməti dəyişməyən sərfiyyat halında kapillyarın uzunluğu artdıqca asimptotik olaraq müəyyən bir qiymətə yaxınlaşmaqla azalır. e -nin faktiki qiyməti nəinki materialın yüksək elastiki deformasiya ölçüsündən, həmçinin kapillyarın çıxışındakı sürətlərin dəyişmə profilindən və səthi gərilmə qüvvəsindən asılıdır. Bəzən e kəmiyyəti elastomerin və termoplastın elastikliyinə texniki göstəricisi kimi istifadə edilir. Məlum yüksək elastiki bərpa olunma effekti

normal gərginliyin mövcud olması ilə əlaqədardır. Elastiki bərpa olunmanın qiyməti bir neçə faktordan asılıdır. Belə ki, hərəkət sürəti γ artdıqda yüksək elastiki bərpa olunmanın qiyməti də artır. Bu artım asimptotik xarakter daşıyaraq, bütün hallarda müəyyən bir son qiymətə kimi yüksəlməyə cəhd göstərir.

YÜKSƏK MOLEKULLU BİRLƏŞMƏLƏR – yüksək molekul kütləli (bir neçə mindən milyonlara qədər) kimyəvi birləşmələrdir. Yüksək molekul birləşmələrin molekulunun tərkibinə bir-biri ilə əsas və ya koordinasiya valent qüvvələri ilə birləşmiş minlərlə atom daxildir.

Təsnifatı. Makromolekulda atomlar və atom qrupları aşağıdakı formalarda yerləşə bilər: 1) açıq zəncir və ya tsikllərin xətti ardıcılığı (xətti yüksək molekul birləşmələr, məs; təbii kauçuk, sellüloza); 2) şaxəli zəncirli (şaxəli yüksək molekul birləşmələr, məs; nişasta); 3) üçölçülü tor (tikili yüksək molekul birləşmələr, məs; fenol-formaldehid qatranları). Molekulunun böyük hissəsi eyni təkrarlanan qruplardan (monomer mənbələr) ibarət olan yüksək molekul birləşmələr polimer və ya homopolimer adlanır məs; polietilen, polivinilxlorid, polikaprolaktam, sellüloza və s.)

Makromolekulları müəyyən dövrlər üzrə növbələşən, eyni və ya müxtəlif stereoisomerlərdən təşkil olunan polimerlər stereomüntəzəm polimerlər adlanır. Bir makromolekul daxilində hər bir və ya bəzi stereoisomerin kifayət qədər uzun və davamlı ardıcılıqlarla bir-birini əvəz edərək əmələ gətirdiyi polimerlərə stereoblok sopolimerlər deyilir.

Bir neçə müxtəlif monomer mənbələri saxlayan makromolekullardan ibarət yüksək molekul birləşmələr sopolimerlər adlanır. Onlar, mənbələrin makromolekulda paylanma xarakterindən asılı olaraq müntəzəm və qeyri-müntəzəm sopolimerlərə ayrılırlar. Müntəzəm sopolimerlərdə bir-birindən fərqlənən monomer mənbələrin paylanması müəyyən bir dövrilikdə baş verir.

Makromolekul boyunca hər növ monomer mənbələrinin kifayət qədər uzun və davamlı ardıcılıqla bir-birini əvəz etdiyi sopolimerlər blok sopolimerlər adlanır. Əgər blokların uzunluğu və

növbələşməsi müəyyən bir dövriliklə müşayiət olunursa belə polimerlər müntəzəm blok sopolimerlər adlanır. Blokların uzunluğunun azaldığı təqdirdə statistik sopolimerlərlə blok sopolimerlər arasındakı fərq tədricən aradan qalxır.

Bir kimyəvi quruluşdakı makromolekul zəncirinin daxili manqasına (zəncirin sonundakı deyil) digər quruluşun bir və ya bir neçə zənciri qoşula bilər. Belə polimerlər calaq sopolimerlər adlanır.

Alınması. Təbii yüksək molekullu birləşmələr canlı orqanizmlərin hüceyrələrində gedən biosintez proseslərində alınır. Onları bitki və heyvan xammalından ekstraksiya, fraksiyon çökdürülmə və digər metodlarla ayırmaq mümkündür. Qeyri-üzvi təbii yüksək molekullu birləşmələr yer qabığında baş verən geokimyəvi proseslər nəticəsində əmələ gəlir. Sintetik yüksək molekullu birləşmələr polimerləşmə və polikondensləşmə reaksiyaları vasitəsilə alınır. Karbozəncirli yüksək molekullu birləşmələr adətən bir və ya bir neçə ikiqat rabitəyə malik monomerlərin karbon-karbon rabitəsi və ya zəif karbotsiklik qruplaşmalar saxlamaqla (məs; tsiklopropan və onun törəmələri) polimerləşməsindən və ya polikondensləşməsindən alınır. Heterotsiklik yüksək molekullu birləşmələr tərkibində çoxlu karbon-element rabitəsi (məs; C-O, C-N, N-C-O) və ya heterotsiklik qruplar saxlayan monomerlərin (məs., olefin oksidləri, laktamlar) polikondensləşmə, eləcə də polimerləşmə reaksiyası nəticəsində alınır.

Tətbiqi. Yüksək molekullu birləşmələr mexaniki davamlılıq, elastiklik, elektroizolyasiya və digər qiymətli xassələr kompleksinə malik oldudlarına görə sənayenin müxtəlif sahələri və məişətdə geniş istifadə olunurlar. Polimer materialların geniş tətbiq tapmış növlərinə – rezinlər, liflər, plastiklər, film lentləri, laklar, boyalar və s. daxildir. Yüksək molekullu birləşmələrin bioloji əhəmiyyəti onunla müəyyən edilir ki, onlar bütün canlı orqanizmlərin əsasını təşkil edir və həyat fəaliyyətinin demək olar ki, bütün proseslərində iştirak edirlər.

YÜKSƏK ELASTİK TURBULENTLİK – özlü elastik mayelərin laminar axmasının müntəzəm və ya qeyri-müntəzəm

pozuntusudur. Yüksək elastik turbuləntlik formalaşdırma elementlərindən (kapillyar) çıxan şırnaqların səthinin əyilməsi və kanalın içində mayenin axması zamanı sürətin və təzyiqin lokal dəyişiklikləri ilə ifadə olunur. Yüksək elastik turbuləntlik polimer materialların hərəkəti zamanı özünü göstərən deformasiyasının elastik və özlülük qüvvələri və ya xarici təsirin sürəti və sistemin relaksasiya vaxtı arasında olan müəyyən nisbətlə bağlıdır. Yüksək elastik turbuləntlik polimerin tamlığının pozulması kimi ifadə oluna bilər, bu zaman polimer başlıqdan qırıq-qırıq hissələrlə çıxır. Şırnağ səthinin kiçik miqyaslı müntəzəm dəyişməsi başlığın çıxışında gərginliyin toplanması ilə bağlı ola bilər. Hamar girişlər və kanalların uzadılması yüksək elastik turbuləntlik özünü göstərmədən həcmi sürətin əhəmiyyətli dərəcədə artmasında vacib rol oynayır.

YUNQ MODULU. Materialların xassələrini xarakterizə edən, material boyu istiqamətdə təsir edən deformasiyaya müqavimət göstərən xassələri xarakterizə edən fiziki kəmiyyət konstruksiya materiallarının uzununa elastiklik modulu və ya Yunq modulu adlanır. Bu parametr konkret materialın möhkəmlik dərəcəsini xarakterizə edir. Modul bərk materialların sıxılma və dartılma proseslərinin tədqiqi ilə məşğul olmuş məşhur ingilis fiziki və alimi Tomas Yunqun şərəfinə adlandırılmışdır. Bu fiziki kəmiyyət E hərfi ilə işarə edilir. Yunq modulu paskalla ölçülür. “Yunq modulu” parametri və yaxud “uzununa elastiklik modulu” müxtəlif hesabatlarda, dartılma–sıxılma, habelə əyilmə zamanı materialların deformasiya dərəcəsinin sınaqdan keçirilməsində istifadə olunur. İstifadə olunan konstruksiya materiallarının əksəriyyətinə yüksək Yunq modulu göstəricisi xasdır. Bu kəmiyyət, bir qayda olaraq, 109 Pa təşkil edir. Ona görə də, hesabatların və yazılışın rahatlığı üçün qısa “giqa” şəkilçisindən istifadə olunur (QPa).

Yunq modulunun qrafiki təyini xüsusi gərginlik diaqramının vasitəsilə mümkündür. Bu diaqramda eyni bir materialın çoxlu sayda sınaqlarından alınan əyirilər əks olunmuşdur. Bu halda Yunq modulunun fiziki mənası diaqramın müəyyən hissəsində

normal gərginliyin müvafiq deformasiya göstəricilərinə riyazi münasibətin konkret tapşırılan mütənasibliyə qədər tapılmasıdır - σ_{mt} . Riyazi şəkildə Yunq modulu belə ifadə olunur: $E = \sigma / \varepsilon = tg \alpha$. Yunq modulu həmçinin Huk qanununun riyazi təsvirində mütənasiblik əmsalı sayılır və aşağıdakı şəkildə ifadə olunur: $\sigma = E\varepsilon$. Ona görə də, uzununa elastiklik modulunun bərklik üzrə sınaqda iştirak edən materialların en kəsiyi ilə birbaşa əlaqəsi EA və EI göstəriciləri ilə ifadə olunur. EA- en kəsiyində materialın sıxılma–dərtilmə zamanı bərklik göstəricisidir, burada A- sterjenin kəsik sahəsidir. EI– materialı əyən zaman onun en kəsiyində bərklik göstəricisidir, I– sınaqdan keçirilən materialın en kəsiyində yaranan inersiyanın ox momenti kəmiyyətidir. Beləliklə, Yunq modulu – materialın möhkəmlik xassələrini bir neçə tərəfdən xarakterizə etməyə imkan verən, universal göstəricidir.

– Z –

ZAHİRİ GÖRÜNƏN SIXLIQ – məsamələrə daxil olan mayenin (məsələn, civə) miqdarına görə hesablanmış sıxlıqdır. Məsaməli materiallar üçün iki cür sıxlıq məlumdur:

- əsl, həqiqi sıxlıq - materialın boşluqları nəzərə alınmadan sıxlığı;
- zahiri görünən sıxlıq – materialın kütləsinin onun həcminə nisbəti.

Zahiri görünən sıxlıq həqiqi sıxlıqdan fərqlənə bilər, çünki civə ölçüsü 3,6 nm olan məsamələrə daxil olmur. Məsaməli və məsaməsiz olmayan materialların sıxlığını ölçmək üçün aşağıdakı üsullardan istifadə edilir:

- mayenin sıxışdırılıb çıxarılması;
- məsamələrin civə ilə ölçülməsi;
- qazın sıxışdırılıb çıxarılması.

Qeyd edilmiş bu üsullar materialın bütün həcmi boyu məsamələrin dolması üçün axıcı mühitin bu məsamələrə nüfuz etmə-

sinə əsaslanır. Bu yolla nümunənin tutduğu real həcmi təyin etmək mümkündür. Mayenin sıxışdırılıb çıxarılmasına əsaslanan üsulların əsas məhdudiyəti bütün məsamələrin maye ilə (su, etil spirti, civə) doldurulmasının çətin olması ilə bağlıdır. Belə ki, bəzi materiallarda məsamələrin diametri çox kiçik, 3 nm-dən aşağı ola bilər. Buna görə də sınaq zamanı bütün məsamələrin dolmasına əmin olmaq mümkün deyil. Deməli, bu halda təyin olunmuş sıxlıq zahiri görünən sıxlıqdır və həqiqi sıxlıqdan xeyli fərqlənə bilər. Bundan əlavə, yüksək təzyiqli tələb olunan üsullardan istifadə etdikdə təzyiqlin təsiri altında bəzi nümunələr sıxıla və dağıla bilər ki, bu da alınan nəticənin yanlış olmasına gətirib çıxarır.

Sıxlığın dəqiq təyini üsullarından biri heliumun sıxışdırılıb çıxarılması üsuludur. Praktikada bu üsul helium piknometrindən istifadə etməklə həyata keçirilir. Helium çox kiçik ölçülü, ən kiçik məsamələrə belə daxil ola bilən molekulardan təşkil olunmuş təsirsiz qazdır. Heliumun yüksək istilik keçiriciliyi və onun otaq temperaturunda özünü ideal qaz kimi aparması bu texnologiyanın yüksək sürətini və alınan nəticələrin etibarlılığını təmin edir. Heliumdan istifadə edilməsi məsləhət görülməyən hallarda (məsələn, aktivləşdirilmiş kömürün tədqiqi zamanı) digər inert qazdan, məsələn azotdan istifadə edilə bilər.

Heliumun sıxışdırılıb çıxarılma üsulundan istifadə edildikdə, kütləsi müəyyən edilmiş nümunə həcmə görə dərəcələnməmiş ölçü kamerasına yerləşdirilir. Helium (və ya digər inert qaz) müəyyən təzyiqlik altında həcmi məlum etalon kimi götürülən kameraya verilir və sonra nümunə yerləşdirilmiş ölçü kamerasına ötürülür. Təzyiqlik stabilləşdikdə sınaq nəticələri qeyd edilir və yerləşdirilmiş materialın həcmi hesablanır. Nümunənin kütləsi məlum olduqda onun həqiqi sıxlığını hesablamaq mümkündür.

ZAMASKA - pasta şəkilli və ya toz şəkilli olub, səthin üzərinin hamarlanması üçün istifadə edilən materialdır.

Tikililərin süvanması üçün materiallar. Rənglənməyə məruz qalacaq səthləri hamarlamaq üçün tətbiq edilən tərkiblər suyaq

adlanır. Onların tərkibində örtük əmələ gətirən maddələr, doldurucular (təbaşir, talk, barit) və piqmentlər (sink ağı, oxra) olur. Örtük əmələ gətirici maddələrin miqdarı doldurucuların və piqmentlərin miqdarından 5-12 dəfə artıqdır. Tərkibinə görə, bir neçə növ suvaq fərqləndirilir: laklı, yağlı, yapışqanlı, gipsli suvaqlar. Onların hazırlanmasında müvafiq olaraq laklar, əlifflər, təbii yapışqanlar, gips istifadə olunur.

Onları hazırlamaq üçün təsərrüfat sabunu, təbaşir, unlu, xarrat, heyvan yapışqanı, laklar, ələkdən keçirilən gips tətbiq olunur.

Yağlı suvaq tərkibində təbii əlif, sikkativlər, təbaşir saxlayır. Belə suvaq gec quruyur, lakin yüksək möhkəmiyyətə malik olur. Döşəmələrin, pəncərə altlıqları və çərçivələrinin, xarici qapıların və nəmliyin mövcud olma ehtimalı olan digər səthlərin hazırlanmasında tətbiq olunur. Yağlı suvaq sulu dispersli, yağlı boyalarla və emallarla rənglənməsi nəzərdə tutulan səthlərin hamarlanması üçün tətbiq edilir. Yüksək adgeziya qabiliyyətinə malikdir. Tikililərin daxilində (o cümlədən nəm yerlərdə) tətbiq edilir.

Yapışqanlı suvaq tərkibində 10% yapışqan məhlulu, əlif, təbaşir saxlayır. Tərkibində əlifin olması sayəsində belə suvaq səthə asan yayılır və möhkəm olur.

Yağlı-yapışqanlı suvaq tərkibində akrilatlar, əlif, su, plastifikatorlar, qatqılar saxlayır. Tavanları və beton divarları, sonradan rənglənəcək və yaxud divar kağızı yapışdırılacaq taxta və ştukaturkalanmış səthləri hamarlamaq üçün tətbiq edilir. Bu suvaq daxili işlər üçün nəzərdə tutulmuşdur. Əlaqələndirici materialdan asılı olaraq, suvaq gipsli, epoksidli, poliefirli olur.

Lateksli suvaq tərkibində doldurucu kimi kalsit, plastifikator kimi akrilatlar, su, qatqılar saxlayır. Tətbiqi - eynilə yağlı-yapışqanlı suvaq kimidir. Yalnız daxili işlər üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Şpakril-suvaq döşəmənin kənarlarını (haşiyələri) bərkitmək və sement qarışığı məhlulu ilə işlənmiş səthləri hamarlamaq üçün tətbiq edilir. Ondan həmçinin keramik plitələri yapışdırmaq üçün,

quru yerlərdə istifadə oluna bilər. Su ilə durulaşdırıldıqda divarları və tavanları ağartmaq üçün yararlıdır.

Universal akril suvağı– kimyəvi xammal əsasında müasir texnologiyalar üzrə hazırlanır. Ekoloji cəhətdən təhlükəsizdir. Hamarlayıcı tərkiblərin xassələrinə, sıx xırda dənəvər struktura malikdir. Sürtkü kağızı ilə asan parlaqlanır. Quruduqdan sonra yıqılmaz, çat əmələ gəlmir. Ev şəraitində istifadə üçün, xüsusən də, hər bir material üçün ayrıca suvaq seçməyə vaxt qalmadıqda istifadə üçün çox keyfiyyətli materialdır. Daxili işlərdə istifadə olunur. Suvaqlanmış, gipskarton, beton, taxta səthləri hamarlayır, habelə zədələnmiş suvağın bərpasında istifadə edilir. Həm nazik, həm də qalın qatla çəkmək olar.

Akril fasad suvağı rütubətə və atmosfer təsirinə qarşı davamlıdır. Suvaq, beton, taxta üzrə xarici işlərin görülməsində tətbiq olunur. Əla doldurucu və hamarlaşdırıcı xassələrə malikdir. Şpatelin ardınca uzanmır, çatlamır, yüksək möhkəmiyyətə malik olur. Tez quruyur, asan cilalanır, demək olar ki, iysizdir. Yüksək plastikliyi ilə səciyyələnir, sürtünməyə qarşı davamlıdır. Ekoloji cəhətdən təmiz məhsuldur.

PVA əsasında suvaq. Beton, asbest-sement, suvaqlanmış və həmçinin gipskarton səthlərin hamarlanmasında, dəliklərin, yırtıqların, çatların, birləşən yerlərin örtülməsində, rəngləmək və divar kağızı yapışdırmaq nəzərdə tutulan səthləri qabaqcadan hazırlama işlərində tətbiq edilir. Bu suvağın tərkibində kiflənmənin və göbələklərin əmələ gəlməsinin qarşısını ala bilən çoxlu miqdarda antiseptik qatqılar vardır. Optimal özlülüyə malikdir və səthə çəkmək üçün rahatdır. Quruduqdan sonra asan cilalanır.

Suvaqlar örtüləcək altlığın səthi ilə örtüyün örtücü laylarının etibarlı birləşməsinə təmin etmir. Ona görə, suvağı adətən rəng astarı təbəqəsi üzərindən çəkirlər. Qatı suvağı səthə çəkmək üçün metal və ya plastik şpateldən və ya rezin parçasından istifadə olunur. Az miqdarda həlledici ilə durulaşmış suvaqları pnevmatik səpələnmə üsulu ilə çəkmək olar.

Oyuqları, birləşmə yerlərini və yaxud pərçim və qaynaq tişlərini doldurmaq üçün suvaqdan istifadə zamanı istehlakçının məsləhət etdiyi qalınlıqda bir neçə qat çəkilir. Quruduqdan sonra suvaq təbəqəsini mütləq abraziv zımpara kağızı və ya digər alətlərlə parlatmaq lazımdır.

Lak suvaqlar əsas etibarlı ilə maşınqayırmada, yapışqanlı və yağlı suvaqlar isə - əsasən tikintidə tətbiq edilir.

Suvağın sərfi onun növündən, çəkildiyi səthin vəziyyətindən və növündən, örtüyün qalınlığından və çəkmə üsulundan asılıdır.

ZÜLAL PLASTİKLƏRİ (protein plasties, Protein-plaste-Eiweißplasto, plastiques de protéine) zülallar əsasında alınan plastik kütlələrdir. Zülal plastiklərinin istehsalı üçün: 1) süd zülalı - (orta molekul kütləsi 375000, südün tərkibində miqdarı 3-3,5%, izoelektrik nöqtə pH 4,0-4,7), turşuların (mineral və ya üzvi) və təbii fermentlərin təsiri ilə yağsız süddən ayrılmış kazein; 2) qarğıdalı toxumu zülalı – zein; 3) üyüdülmüş yer findığı zülalı - araxin və 4) soya proteini istifadə olunur.

Zülal plastiklərinin istehsalı üçün istifadə edilən kompozisiyanın tərkibinə zülaldan əlavə 30%-ə qədər su (zülalın kütləsinə görə), 4%-ə qədər plastifikator, həmçinin boyalar və doldurucular daxildir. Zülal plastikləri aşağıdakı sxem üzrə alınır: 1) zülal xammalının ilkin üyüdülməsi; 2) su və digər komponentlərlə qarışdırılması; 3) materialın plastikləşdirilməsi və qəliblənməsi; 4) hazır məhsulun bərkidilməsi (aşılınması) və 5) qurudulması.

Zülal əsaslı plastiklər turşu və duzların duru məhlullarına qarşı davamlılığını artırmaq, hiqroskopikliyi azaltmaq, davamlılığı və çürüməyə qarşı müqavimətini yüksəltmək məqsədi ilə aşılanılır. Zülal plastiklərini aşılamaq üçün protein makromolekullarının reaktiv qrupları – amin-, amido- və imino-qrupları ilə reaksiyaya daxil olan birləşmələr istifadə olunur. Ən geniş istifadə edilən aşılavıcı maddə aldehidlər, xüsusən də formaldehidir. Prosesin müddəti məhsulun qalınlığından asılıdır və bir neçə gün-

dən bir neçə aya qədər davam edə bilər. Kompozisiyanın tərkibinə 2% Al duzları əlavə etməklə bu müddəti əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaq olur. Zülal plastikləri aşılama və qurutma zamanı həcm-cə azalır (yığılma 10%-ə çata bilər) ki, bu da onlardan alınan məmulatların qəliblənməsi zamanı nəzərə alınmalıdır.

Ən çox yayılmış zülal plastik - *qalalitdir* (süni kola bənzər buynuz) və aşağıda seçilmiş xüsusiyyətlərlə xarakterizə olunur:

Su udduqda qalalitin dielektrik xassələri pisləşir. Üzvi həlledicilərə qarşı möhkəmlik:

- dartılmada, $\text{MN/m}^2(\text{kgQ/cm}^2)$ – 70-105 (700-1050)
- sıxılmada, $\text{QN/m}^2(\text{kgQ/cm}^2)$ – 1-3.51 [(10-35)] 10^{-3}
- əyilmədə, $\text{MN/m}^2(\text{kgQ/cm}^2)$ – 50-120 (500-1200)
- Xətti uzanmanın temperatur əmsalı, $^{\circ}\text{C}^{-1}$ – (4,1-0,8) 10^{-3}

Dartılmada elastiklik modulu $\text{QN/m}^2(\text{kgQ/cm}^2)$ – 2-4 ((20-40) 101

Zərbə özlülüyü kC/m^2 və kgQ/cm^2 - 40-a qədər

Brinel üzrə möhkəmlik, $\text{MN/m}^2(\text{kgQ/cm}^2)$ – 1.5 (15)

Martensə görə istililiyə davamlılıq, $^{\circ}\text{C}$ –50-66

İstilikkeçirmə

$V_t/(\text{m K})$ 0,016

Kal/cm saat 0,14

Dielektrik keçiriciliyi, 1 MHS-də – 6,1-6,8

Dielektrik itgisinin tangens bucağı, 1 MHS-də – 0.052

Qalalit zəif turşu məhlullarına qarşı davamlıdır; qüvvətli turşuların, zəif və qüvvətli qələvi məhlullarının təsirindən parçalanır. Asanlıqla mexaniki emal olunur.

Qalalit texniki kazeindən əldə edilir. Ağ və ya açıq sarı rəngli, ölçüləri 10 mm-ə qədər olan dənəvari şəkildə istehsal olunur. Qalalit əldə etmək üçün kazein dəyirmanlarda xırdalanır, ələnilir, su (kazeinin kütləsinə görə 20-30%), boyalar (0,8-1,5%), karbamid (0,7%), plastifikator - dimetilalanilin və ya difenilaminlə (1,3%) qarışdırılır, bundan sonra plastikləşdirilir və 10-20 Mn/m^2 (100-200 M/m^2) təzyiq altında 50-100 $^{\circ}\text{C}$ -də presdə qəliblənilir.

Çubuq, lent, boru və ya rondellər şəklində alınan məhsul formaldehidin 3-5% sulu məhlulunda bərkidilir və sonra hava quruducularında 50°C-ə qədər temperaturda qurudulur. Plastikləşmədən sonra material plitələrin istehsalı üçün 80-90°C temperaturda və 15 MN/m² (150 kgQ/cm²) təzyiqdə preslənir. Qalaliddən düymə və zinət sancaqları hazırlanır.

Qarğıdalı toxumunun zülalı- *zein* su-spirt məhlulunda və emulsiya şəklində yaxşı möhkəmliyə, aşınmaya davamlılığa, parlaqlığa malik örtüklər alınmasında və qida məhsullarının qablaşdırmasında istifadə olunur.

XX əsrin 60-cı illərinin əvvəllərində zülal plastiklərinin istehsalı cəmi ildə 3-4 min ton təşkil edirdi və hazırda bu göstərici durmadan azalmaqdadır. Zülal plastikləri aminoplastlar, fenoplastlar, polistirol kompozisiyaları və digər müasir plastik növləri ilə əvəz edilməkdədi

MÜQƏDDİMƏ

Addision polimerləşmə	4
Adgeziya	4
Alfin katalizatorları	6
Alqinat liflər	7
Aminoplastlar, karbamidli plastik kütlələr	8
Aminostirol polimerləri	8
Aniondəyişdirici qatranlar	10
Anion polimerləşmə	12
Antidarlar	12
Antikorroziyalı polimer örtüklər	13
Antimikrob liflər	15
Antimikrob vasitələr	17
Antioksidantlar	18
Antiozonatlar	21
Antipirenlər	23
Antipirenlər üçün sinergetik qarışıqlar	26
Antiplastifikasiya	30
Antistatiklər	30
Aqar	31
Asbotekstolit	32
Asetat liflər	32
Atom – emissiya spektroskopiyası (AES)	33
Balata (yeni əlavə olunan)	34
Bərkidicilər	36
Biopolimerlər	37
Birgə polimer (sopolimer)	38
Birinci kristallaşma	39
Bitüm lakları	39
Bitümlü plastiklər	39
Borplastiklər (Bor lifli saplar)	40

Boya həllediciləri	43
Boya maddələri	43
Boya piqmentləri	44
Boya və lak materiallarının qabları üzərində markirovkası	44
Boyalar və onlar üçün doldurucular	46
Boyalarda istifadə olunan bağlayıcılar	53
Boyaların nomenklaturası	53
Boyaların təsnifatı	54
Brabender plastografi	56
Butadien kauçukları	56
Butadien polimerləri	57
Butadien sopolimerləri	58
Buten polimerləri	58
Butilkauçuk	59
Canlı polimerlər	61
Daxili enerji	62
Dendritlər	63
Depolimerləşmə	64
Differensial skanedici kalorimetriya (DSK).	65
Dilatometriya	66
Dinamiki yorğunluq	66
Doldurucular	67
Ebonitlər	68
Ekstraksiya	69
Elastiklik	69
Elastiklik modulu	70
Emallar	71
Entalpiya	71
Entropiya	72

Epitaksiya	72
Epoksid qruplarının miqdarı	74
Ərimə	74
Ərimə indeksi	75
Ərintidə polikondensləşmə	76
Faza keçidi	77
Fazalararası polikondensləşmə	78
Fik qanunu	80
Forpolimer	80
Foto stabilləşdiricilər	81
Gel-effekt	83
Geləmələgəlmə	84
Germanium saxlayan polimerlər	86
Gibs enerjisi	91
Helmholts enerjisi	92
Heterofazalı polimerləşmə	92
Heterogen katalitik hidrogenləşmə	93
Heterogen reaksiya	94
Hidrogen rabitəsi	94
Hidroksil qruplarının miqdarı	94
Histerizis itkiləri	95
Homogen katalitik hidrogenləşmə	97
Homogen reaksiya	98
Homopolimer	98
İkinci əl polimerlərin emal texnologiyası	99
İkinci kristallaşma	101
İkiqat rabitələrin təyin edilməsi (Brom ədədi)	102
İlkin makromolekulların tikilmə reaksiyaları	103

İnduksiya efiri (İnduksiyalıq)	105
İnhibitor polimerizasiya	105
İonit membranları	107
İQ-spektometriya	109
İstilik partlayışı	111
İzomerləşmə polimerləşmə	112
İzosionat qruplarının miqdarı	112
Kalandr	113
Kalorimetriya	113
Karbidli plastiklər	114
Karbonlu plastiklər	115
Karbon-karbon kompozitlər	117
Kataliz	118
Katalizatorlar	119
Kation polimerləşmə	122
Kauçuklar	123
Kauçuklarda “qığırdaqlar”	125
Kauçukların hidrogenləşməsi	125
Kauçukların plastifikasiyası	125
Kimyəvi axış	127
Kimyəvi prosesin material və istilik balansları	129
Koqeziya	132
Koordinasion-ion polimerləşməsi	133
Koqeziya enerjisinin sıxlığı	134
Kristallaşma	135
Kristallaşma dərəcəsi	138
Kun seqmenti	140
Kütlədə polimerləşmə	140
Kütlə-Spektroskopiya	143
Lak boya materialları (LBM)	145
Laklar və təsnifatı	146

Lateks məmulatları	151
Lifli sap	153
Liqnin	154
Lotos-effekt	154
Makroionlar	155
Makromolekul	156
Makromolekulların kimyəvi quruluşu	158
Makromolekulların konfigurasiyası	159
Makromolekulların təşkil sistemi	159
Makromolekulun elastikliyi	160
Makromolekulun konformasiyası	163
Makroradikallar	165
Maye kauçuklar	166
Məhlulda polikondensləşmə	166
Mərkəzdənqaçma üsulu ilə qəlibləmə	167
Merserizasiya	168
Metalloplastiklər	169
Mexaniki destruksiya	170
Mexaniki şüşələşmə	171
Mezomer effekti	172
Mikrobalon köpük materiallar	172
Mikrosilikat	174
Mitsella	176
Molekul kütləsi	177
Molekul-kütlə paylanması (polimerlərin polidispersliyi)	183
Monomer	183
Monomer, oliqomer və polimerlərin reaksiya mərkəzləri	184
Optiki izomerlər	186
Orta ədədi molekul kütləsi	186

Orta kütləli molekul kütləsi	186
Orta özlülük molekul kütləsi	187
Örtükəmələgətirici maddələr	187
Özlü axın vəziyyəti	189
Penoplast	189
Piknometriya	190
Plastik kütlələrin emalı rejimləri	191
Plastik kütlələrin emalı	192
Plastik kütlələrin mexaniki sınaqdan keçirilməsi	194
Plastik kütlələrin plastikləşməsi	194
Plastikat	195
Plastiklərdə statik elektrik yükü	195
Plastikləşdirmə	198
Plastiklik	202
Plastiklişdiricilər (Plastifikatorlar).....	203
Polibutadien	204
Polietilen penoplastlar	204
Polimer ərintisini sulaması ilə plyonkaların alınması	205
Polimer ərintisinin ekstruziyası	205
Polimerdən kalandırlamaqla plyonkaların alınması	206
Polimer kompozit materiallar	206
Polimer laxtası (Studni)	208
Polimer materialların atmosfərə davamlılığı	210
Polimer materialların aşınması	210
Polimer materialların formalaşması	210
Polimer materialların işığa davamlılığı	211
Polimer məhlulları	212
Polimer məhlullarının faza diaqramı	212
Polimer məhlullarının filtirlənməsi və	

adsorbsiya üsulu ilə təmizlənməsi	215
Polimer məmulatları yonmaqla plyonkaların alınması	215
Polimer nanokompozitlər	216
Polimer plyonkalar	219
Polimer səthində çap edilməsi	219
Polimer tullantıları	223
Polimer tullantılarının təkrar emal texnologiyası	225
Polimer xromatoqrafiyası	228
Polimer yapışqanlar	230
Polimerbeton	232
Polimerdə qaz əmələgətiricilər	233
Polimeri kalandrlamaqla plyonkaların alınması	235
Polimerin həllolma entalpiyası	236
Polimerin suya davamlılığı	238
Polimerlərdə diferensial termiki analiz (DTA)	238
Polimerlərdə dixroizm	240
Polimerlərdə element analizi	241
Polimerlərdə histerezis hadisəsi	243
Polimerlərdə karboksil qrupları	245
Polimerlərdə məcburi yüksək elastiklik	245
Polimerlərdə molekulüstü quruluşun qüsurları	246
Polimerlərdə özlülük	248
Polimerlərdə özlülük anomaliyası	251
Polimerlərdə relaksasiya	251
Polimerlərdə kənar funksional qrupların analizi	255
Polimerlərdə xarakteristik özlülük	258
Polimerlərin akustik xüsusiyyəti	258
Polimerlərin analitik kimyası	258
Polimerlərin aqreqat halı	259
Polimerlərin damla düşmə temperaturu	260
Polimerlərin deformasiyası	260
Polimerlərin dənəvər tərkibi	261

Polimerlərin destruksiyası (dağılması) prosesi	262
Polimerlərin dielektrik keçiriciliyi	264
Polimerlərin dispers sulamaqla pilyonkaların alınması	266
Polimerlərin elektrik möhkəmliyi	266
Polimerlərin elektrik xassələri	267
Polimerlərin ərimə temperatur	269
Polimerlərin elastikliyi	271
Polimerlərin fiziki halı	272
Polimerlərin fotoelastikliyi	272
Polimerlərin fraksiyalara ayrılması	273
Polimerlərin funksionallığı	277
Polimerlərin identifikasiyası	278
Polimerlərin istilik tutumu	283
Polimerlərin kemilüminessensiyası	284
Polimerlərin kimyəvi modifikasiyası	286
Polimerlərin kristallaşma entalpiyası	289
Polimerlərin küllülüüyü	291
Polimerlərin mayekristal halı	291
Polimerlərin möhkəmliyi	293
Polimerlərin molekul daxili çevrilmələri	295
Polimerlərin üstmolekulyar quruluşu	295
Polimerlərin nəm keçirməsi	297
Polimerlərin nəmliyi	298
Polimerlərin orientasiyası	299
Polimerlərin özlülük anomaliyası	301
Polimerlərin plastifikasiyasında “böçəklər”	302
Polimerlərin preslənməsi	302
Polimerlərin qatı məhlullarının strukturu	304
Polimerlərin qocalması	305
Polimerlərin reaksiyası və xüsusiyyətləri	308
Polimerlərin rentgenquruluş analizi	309
Polimerlərin reologiyası	310
Polimerlərin rəqsi spektroskopiyası	313

Polimerlərin şaxtaya davamlılığı	314
Polimerlərin sintez üsulları üzrə təsnifatı	316
Polimerlərin sintezinin təsnifatı	320
Polimerlərin sıxlığı	322
Polimerlərin stabilləşdirilməsi	322
Polimerlərin şüşələşmə temperaturu	322
Polimerlərin suya davamlılığı	325
Polimerlərin termolyuminesensiyası	325
Polimerlərin termoqravimetriyası	326
Polimerlərin texnologiyasının təsnifatı	327
Polimerlərin uzunömürlülüyü	334
Polimerlərin vizkozimetriyası	335
Polimerlərin xırdalanması (dənəvərləşdirilməsi)	335
Polimerlərin xromatoqrafiyası	337
Polimerlərin yığılması	340
Polimerlərin yüksək temperatura davamlılığı	341
Polimerləşmə	342
Polimerləşmə dərəcəsi	349
Polimerləşmə istiliyi	349
Polimerləşmə proseslərinin termodinamikası	350
Polimerləşmədə post effekt	353
Polimerləşmədə Pre-effekt	354
Polimersement	354
Polimorfizm	354
Polistirol penoplast	356
Poliuretan penoplast	356
Polivinilxlorid penoplast	357
Poroplastlar (məsaməli plastik kütlələr)	357
Premikslər	359
Prepreqlər	359
Psevdoplastiklər	360
Qalaktalar	362

Qalıq gərginlik	363
Qaz ədədi	364
Qaz-faza polimerləşməsi	365
Qazla doldurulmuş plastik kütlələr	366
Qazla quruluş verilmiş element	367
Qəfəs effekti, Frank-Rabinoviç effekti, ilk rekombinasiya	368
Qetinaks	369
Qeyri-Nyuton mayeləri	369
Qlobullar	372
Qoşulmuş rabitələr	374
Qrafit	374
Qrunt	375
Qummirləmə	377
Quruluş əmələ gətirənlər	378
Quttaperça	379
Reaktorlar və onların təsnifatları	379
Reopeksiya	380
Rezinlər	381
Rezinlərin mexaniki sınaqları	381
Rezinlərin yorulmasının qarşısını alan tərkiblər	386
Rezonans stabilləşmə	387
Səthi aktiv maddələr (SAM)	388
Sferolitlər	390
Silisiyum üzvi hidrofəbzatorlar	391
Sinerezis	391
Sintetik latekslər	392
Sintetik liflər	394
Solvatlaşma	394
Sotoplastlar	395
Stereoizomerləşmə	397

Stereomüntəzəm polimerlər	398
Struktur şüşələşməsi	399
Süngər rezinlər	401
Süni liflər	402
Superkonyuqə olunmuş əlaqə	403
Şüşələşmə	403
Şüşə plastiklər	405
Təbii kauçuk	406
Təbii lateks	412
Tərkibində aliminium saxlayan polimerlər	412
Termodinamiki davamlılıq	414
Termodinamiki uyğunluq parametri	416
Termoelastoplastlar	418
Tikilə bilən termoreaktiv polimerlərin yaşama qabiliyyəti	419
Tiksotropiya	420
Torlu quruluşun əmələ gəlməsi	420
Toz şəkilli boyalar	422
Tsvetkovun orientasiya parametri	423
Turşu ədədinin təyini	424
Üzvi peroksidlər	425
Üzvi plastiklər	425
Vakuüm formalaşma	427
Valslar	427
Vulkanlaşma aktivləşdiriciləri	428
Vulkanlaşdırıcı agentlər	429
Vulkanlaşma	431
Vulkanlaşma şəbəkəsi	433

Yan zəncirində germanium elementinə malik polimerlər	434
Yüksək elastiklikli polimerlər	434
Yüksək elastikliyin bərpa olunması	436
Yüksək molekullu birləşmələr	437
Yüksək elastik turbuləntlik	438
Yunq modulu	439
Zahiri görünən sıxlıq	440
Zamaska	
Zülal plastikləri	444

Minavər Cəfər qızı İbrahimova
Füzuli Əkbər oğlu Nəsirov
Elnarə Qurban qızı Mahmudova
Səbinə Arif qızı Seyidova

YÜKSƏK MOLEKULLU BİRLƏŞMƏLƏR
SAHƏSİNDƏ TERMİNLƏR VƏ
ANLAYIŞLAR

Kompüter tərtibçisi:
B di tərtibat:

Vusal Quliyev
Adil Əhməd

Formatı 60x84 ¹/₁₆
Həcmi 28.75  .v.
Tirajı: 100

Kitab “Ziya LTD” MMC tərəfindən
hazır diapozitivlərdən istifadə
olunmaqla çap edilmiŐdir.