

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI**  
**OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**NAMANGAN MUHANDISLIK-TEKNOLOGIYA INSTITUTI**

**«KIMYOVIY TEKNOLOGIYA» kafedrası**



5320400 – «Kimyoviy texnologiya» (yuqori molekulali birikmalar)  
bakalavriyat ta`lim yo`nalishi uchun

**“POLIMER KOMPOZITSION MATERIALLARNI YARATISH  
ASOSLARI ” fanidan**

**O'QUV USLUBIY**

**MAJMUA**

Bilim sohasi: 300 000 – Ishlab chiqarish va texnik soha

Ta`lim sohasi: 320 000 – Ishlab chiqarish texnologiyalari

Ta`lim yo`nalishi: 5320400 - Kimyoviy texnologiya (yuqori  
molekulali birikmalar kimyoviy  
texnologiyasi bo'yicha)

**NAMANGAN – 2022 yil**

O'quv uslubiy majmua NamMTI «Kimyoviy texnologiya» kafedrasining 2022 yil \_\_\_avgust (\_\_\_– sonli bayonnoma) va NamMTI ilmiy-uslubiy kengashining 2022 yil \_\_\_\_\_ ( – sonli bayonnoma) majlislarida ko'rib chiqilgan va chop ettirishga tavsiya etilgan.

Muallif: Zokirov S.S.

Taqrizchi: Sultonov. B. – NamDU «Kimyo» kafedrası professori, texnika fanlari doktori

**O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV VA O`RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**NAMANGAN MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA  
INSTITUTI**

**Ro`yxatga olindi:**

№ \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 yil

**«TASDIQLAYMAN»**

O`quv ishlari bo`yicha prorektor  
\_\_\_\_\_ dots U. Meliboyev  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 yil

**«KIMYOVIY TEXNOLOGIYA» KAFEDRASI**

**S.S. Zokirov.**

**« POLIMER KOMPOZITSION MATERIALLARNI  
YARATISH ASOSLARI »**

**fani bo`yicha**

**O`QUV-USLUBIY MAJMUUA**

**NAMANGAN – 2022**

## **MUNDARIJA**

- 1. Ishchi o‘quv dastur**
- 2. O‘quv-metodik material**
- 3. Glossariy**
- 4. Fan bo‘yicha xorijiy adabiyotlar**
- 5. Xar bir mavzu uchun taqdimotlar**
- 6. Qo‘shimcha o‘quv va ilmiy material**
- 7. Mavzuni o‘zlashtirilishi uchun qo‘shimcha videolar,  
keys-stadilar va hokazo materiallar**

## ANNOTATSIYA

“Polimer kompozitsion materiallarni yaratish asoslari” fanining asosiy vazifasi polimerlar kimyosi asoslari, yangi polimerlar yaratish muammolari, polimerlar uchun xom ashyoni tanlashni chuqurroq yoritishdan iborat.

Ma’ruzalar matni qo‘yidagi bo‘limlarni o‘z ichiga oladi:

- Turmushda va sanoatda polimer kompozitsion materiallarning tutgan o‘rni, polimer kompozitsion materiallar tuzilishi va tarkibi, polimer kompozitsion materiallarning afzallik va kamchiliklari, yangi polimer materiallar yaratish muammolari;
- Polimer kompozitsion materiallarda fazalararo hodisalarning fizik-kimyoviy nazariyasi, polimer kompozitsion materiallar shakllanishida adsorbsiyaning roli;
- Polimerlar adgeziyasining nazariy asoslari;
- Polimer kompozitsion materiallar shakllanishida fazalararo hodisalar;
- Polimer kompozitsion materiallarning xossalari;
- Polimer kompozitsion materiallarning reologik xossalari;
- Polimer kompozitsion materiallarni qo‘llanilishi.

Ushbu fanni o‘zlashtirgan talaba polimer kompozitsion materiallardagi fazalararo fizik-kimyoviy hodisalar, ularni polimer kompozitsion materiallardagi xossaloriga qanday ta’sir ko‘rsatishini, polimer kompozitsion materiallardagi reologik xossalarni aynan polimerlar reologik xossalaridan farqlay olish kabi bilimlarga ega bo‘ladi.

## KIRISH

### 1. O'quv fani o'qitilishi bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar

“Polimer kompozitsion materiallar yaratishning asoslari” fani talabalarni nazariy bilimlar, amaliy ko'nikmalar, texnologik sharoit va jarayonlarga ob'ektiv yondashuv hamda ilmiy dunyo qarashini shakllantirish vazifalarini bajaradi.

Fan bo'yicha talabalarning bilim, ko'nikma va malakalariga qo'yidagi talablar qo'yiladi. Talaba:

- polimer kompozitsion materiallari; polimer kompozitsion materiallarning tasnifi, yaratish muammolari; polimer kompozitsion materialdagi fazalararo hodisalarning fizik-kimyoviy nazariyasi haqida tasavvurga ega bo'lishi;
- polimer kompozitsion materiallarni o'ziga xos xususiyatlarini; polimer kompozitsion materiallarni xosil bo'lish mexanizmlarini; polimer kompozitsion materiallarning reologik xossalari bilishi va ulardan foydalana olishi;
- polimer kompozitsion materiallarini ishlatish soxalarini aniqlash; polimer kompozitsion material afzallik va kamchiliklari asosida buyum yaratish ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.

### Ma'ruza mashg'ulotlari

1-jadval

№	Ma'ruzalar mavzulari	Dars soatlari hajmi
<b>7-semestr</b>		
1	Kirish. Turmushda va sanoatda polimer kompozitsion materiallarning tutgan o'rni.	2
2	Polimer kompozitsion materiallar tuzilishi va tarkibi.	2
3	Polimer kompozitsion materiallar klassifikatsiyasi.	2
4	Polimer kompozitsion materiallar tarkibidagi YUMBlarning qattiq sirdagi adsorbsiyasini nazariy asoslari.	2
5	Adgeziyaning adsorbsion nazariyasi.	2
6	Polimerlar va to'ldiruvchilar orasidagi bog'ning tabiati va uni adgeziyada tutgan o'rni.	2
7	Qoplama hosil qiluvchi polimerlar asosida lok-bo'yoq materiallar turlari va olinish usullari.	2
8	Termoplast va reaktoplastlar asosida polimer kompozitsion materiallar yaratishning o'ziga xos usullari.	2
9	Elastomerlar asosida polimer kompozitsion materiallar yaratishning o'ziga xos usullari.	2
10	Polimer kompozitsion materiallarning xossalari, reologiyasi.	2
11	Polimer kompozitsion materiallarni qo'llanilishi.	2

12	Maxsus xususiyatlarga ega bo'lgan polimer kompozitsion materiallar yaratish usullari.	2
13	Polimer kompozitsion materiallar yonuvchanligini pasaytirish usullari.	2
14	Elektr o'tkazuvchanlik xususiyatiga ega bo'lgan polimer kompozitsion materiallar yaratish usullari.	2
	<b>Jami</b>	<b>28 soat</b>

Ma'ruza mashg'ulotlari multimedia qurilalari bilan jihozlangan auditoriyada eki maxsus proektorlarda akademik guruhi uchun o'tiladi.

### Amaliy mashg'ulotlar

2-jadval

№	Amaliy mashg'ulotlar mavzulari	Dars soatlari hajmi
	<b>7-semestr</b>	
1	Monomerlarni miqdoriy va sifat tahlili usullari.	4
2	Qoplama hosil qiluvchi polimerlar asosida lok-bo'yoq materiallar olish uchun xom ashyo va materiallar miqdori va sarf balansini xisoblash.	4
3	Noorganik pigmentlarning umumiy tahlil usullari.	4
4	Termoplastlar va reaktoplastlar asosida polimer kompozitsion materiallar olish uchun ingredientlarni miqdori sarfini xisoblash va optimal miqdorini aniqlash.	6
5	Polimer kompozitsion materiallar qovushqoqligini aniqlash usullari.	4
6	Ko'pirtirilgan polimer kompozitsion materiallar turlari va ularni yaratish prinsiplari.	6
	<b>Jami</b>	<b>28 soat</b>

Amaliy mashg'ulotlar multimedia qurilmalari bilan jihozlangan auditoriyada yoki proektor yordamida har bir akademik guruhga alohida o'tiladi. Mashg'ulotlar faol va interfaol usullar yordamida o'tiladi, "Keys-stadi" texnologiyasi ishlatiladi, keyslar mazmuni o'qituvchi tomonidan belgilanadi.

### Laboratoriya mashg'ulotlari

3-jadval

№	Laboratoriya mashg'ulotlar mavzulari	Dars soatlari hajmi
	<b>7-semestr</b>	
1	Laboratoriya sharoitida turla xil polimer kompozitsion materiallar olish.	4

2	To'ldiruvchi turini qorishma oquvchanlik ko'rsatkichiga ta'sirini o'rganish va aniqlash.	4
3	Polivinilxlorid asosidagi kompozitsiyalar destruksiyasini o'rganish.	4
4	Lok-bo'yoq materiallarning adgeziyasini aniqlash.	4
5	Polimer kompozitsion materiallar yonuvchanligiga ta'sir qiluvchi omillarni o'rganish.	4
6	Polimer kompozitsion materiallarning fizik-mexanik xossalari maqsadli qo'shimchalarning ta'sirini o'rganish.	4
7	Makromolekulaning bo'kish koeffitsientini aniqlash.	4
<b>Jami</b>		<b>28 soat</b>

Laboratoriya mashg'ulotlar laboratoriya asbob va uskunalari bilan jihozlangan auditoriyada har bir akademik guruhga alohida o'tiladi.

#### Mustaqil ta'lim

#### 4-jadval

№	Mustaqil ta'lim mavzulari	Dars soatlari hajmi
<b>7-semestr</b>		
1	Turmushda va sanoatda polimer kompozitsion materiallarning tutugan o'ri. Polimer kompozitsion materiallar tuzilishi va tarkibi, polimer kompozitsion materiallarning afzallik va kamchiliklari.	8
2	Polimer kompozitsion materiallar tarkibidagi YUMBlarning qattiq sirtidagi adsorbsiyasini nazariy asoslari.	6
3	Adgeziyaning adsorbsion nazariyasi.	6
4	Polimerlar va to'ldiruvchilar orasidagi bog'ning tabiati va uni adgeziyada tutgan o'ri.	8
5	Fazalararo qatlam va sirtki qatlam strukturasi va xossalari. Oraliq qatlam strukturasi.	8
6	Polimer kompozitsion materiallarning xossalari. Polimer kompozitsion materiallarning to'ldiruvchilar bilan kuchaytirish mexanizmi.	8
7	Polimer kompozitsion materiallarni qo'llanilishi.	6
8	Polimer kompozitsion materiallarni mashinasozlikda va qurilishda ishlatilishi.	6
<b>Jami</b>		<b>56 soat</b>

Mustaqil o'zlashtiriladigan mavzular bo'yicha talabalar tomonidan referatlar tayyorlanadi va uni taqdimoti tashkil qilinadi.

Fanning ma'ruza, amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarini o'zlashtirishi talabning muntazam ravishda mustaqil ishlashini talab qiladi, hamda fan uchun mustaqil ish soatlari 56 soatni tashkil qilgan.

## MA'RUZA – 1

### *Kirish. Turmushda va sanoatda polimer kompozitsion materiallarning tutgan o'рни*

Reja

1. Mamlakatimiz iqtisodiyotini rivojlanishida kimyo sanoatining o'рни.
2. Polimer kompozitsion materiallarning afzalliklari va kamchiliklari.
3. Oldindan xossalari belgilangan polimer kompozitsion materiallar yaratish muammolari.

Xozirgi kunda kimyo sanoatining, xususan polimerlar kimyosining mamlakatimiz iqtisodiyotini rivojlantirishdagi ahamiyati toboro ortib bormoqda. Polimerlar kimyosi sanoatining rivojlanishini muhim vazifalaridan biri sanoatning barcha tarmoqlarida va turmushda zamonaviy kimyo yutuqlaridan to'la foydalanishdir, yangi, mukammalroq va arzon ishlab chiqarish vositalari va halq iste'mol mollari ishlab chiqarishdir. Hozirgi kunda fan va texnikaning rivojini sanoatni deyarli barcha tarmoqlarida keng qo'llaniladigan polimer kompozitsion materiallarsiz tasavvur qilib bo'lmaydi. Yuqori molekulyar birikmalar asosida olingan polimer kompozitsion materiallarning unikal xossalari sintetik va sun'iy tolalarda, kauchuk va rezinalarda, qoplama va plyonkalarda, sun'iy charmda namoyon bo'ladi.

Sanab o'tilgan materiallarni faqat yuqori molekulyar birikmalar asosida olingan polimer kompozitsion materiallardan tayyorlash mumkin. Polimer kompozitsion materiallarni rangli va qora metallarni o'rniga qo'llaganda buyumlarni tannarxi va og'irligi kamayadi. Polimer kompozitsion materiallar avtomobilsozlik, suv, havo va yer transportida, radioelektronika va elektronika sanoatida, qurilishda, qishloq xo'jaligida, tibbiyotda, oziq-ovqat va yengil sanoatda keng qo'llanilmoqda. Ammo sanoat tarmoqlarining polimer kompozitsion materiallarga bo'lgan talabi, ularni ishlab chiqarish sur'atlaridan ilgari ketmoqda.

Iqtisodiyotni ximiyalashtirishning dolzarb muammolaridan biri tabiiy va sintetik yuqori molekulyar birikmalarni ishlab chiqarishni rivojlantirish va ular asosida polimer kompozitsion materiallar yaratish masalasidir.

Oxirgi yillarda sintetik polimerlarni ishlab chiqarishni va ular asosida polimer kompozitsion materiallar yaratishning tezkorlik bilan rivojlanishi bir qancha sabablarga bog'liq.

1. Polimer kompozitsion materiallar yaratishda tabiiy materiallarni qayta ishlashga nisbatan mehnat sarfini kamayishi va mahsulot tannarxini kamayishi. Sintetik polimerlarni qurilish materiallari ishlab chiqarishda qo'llash katta iqtisodiy samaradorlik beradi. Masalan, yog'och-qipiq plitalar yuqori sifatli materiallar sifatida maishiy va sanoat qurilishida, mebel ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Bu plitalar yog'och chiqindilarini fenol-formaldegid yoki mochevino-formaldegid qatronlari bilan yelimplab olinadi. 1 t qatrandan 16,7 m<sup>3</sup> plita olish mumkin.

Polimer kompozitsion materiallarni konstruksion materiallar sifatida mashinasozlikda qo'llash yuqori samara beradi. Yengil avtomobillar ishlab chiqarishda 300 ta yirik, 900 o'rtacha va 2000 mayda ehtiyot qismlar polimer kompozitsion materiallardan yasaladi. Agar polimer kompozitsion materiallardan murakkab qismlar tayyorlansa, po'latdan tayyorlashga nisbatan 2-3 marta kam vaqt, oddiyroq ehtiyot qismlarga 8-10 marta kam vaqt talab qilinadi.

2. Polimer kompozitsion materiallar bilan kamyob va qimmat tabiiy materiallarni to'laqonli almashtirish imkoni va ularni o'zini kamyob xossali konstruksion materiallar sifatida ishlatish imkoniyati.

3. Xossalari oldindan belgilangan va rostlangan sintetik materiallarni yaratish imkoniyati.

Avtomobil transportini, aviatsiyani, elektrotexnikani, mashinasozlikni, radiotexnikani va iqtisodiyotning boshqa tarmoqlarini rivojlanishi doimo yangi materiallarga ehtiyoj tug'diradi. Bu materiallarning xossalari alohida talablarga javob berishi kerak. Ehtiyoj paydo bo'lganligi sababli yangi, oldindan belgilangan xossali polimer kompozitsion materiallar yaratilib, keng tadbiiq etilmoqda. Bularga misol qilib yuqori mustahkamli yengil sintetik materiallar, yengil va o'rtacha yengil polimer materiallar, antikorroziya materiallar, yuqori dielektrik ko'rsatkichlarga ega, issiqbardosh radio va elektr materiallar, yengil va mustahkam organik shishalar, maxsus maqsadli sintetik kauchuklarni keltirish mumkin.

4. Polimer kompozitsion materiallarni ishlab chiqarishda bitmas tunganmas xom-ashyoni, yangi, arzon va taqchil bo'lmagan turlarini qo'llash imkoni, birinchi navbatda neft va tabiiy gazlarni, koksokimyoviy ishlab chiqarish mahsulotlari, o'rmon va o'rmonga ishlov berish sanoati va qishloq ho'jalik ishlab chiqarish chiqindilarini qo'llanilishi imkoni. Yangi turdagi xom-ashyoda polimer materiallarini ishlab chiqarishni rivojlanishi kimyo sanoati uchun va xalq iste'mol mollari ishlab chiqarish uchun dastlabki mahsulotlarning qo'shimcha resurslarini yaratish imkonini beradi.

Ishlab chiqaruvchi kuchlarning zamonaviy rivojlanish darajasida sintetik materiallar kelajakdagi texnik progressning, ishlab chiqarish unumdorligini keskin oshirishning muhim omilidir. Masalan, kauchuk asosida tayyorlanadigan rezina buyumlarisiz sanoatning birorta tarmog'i normal ishlay olmaydi. Polimer kompozitsion materiallarsiz zamonaviy avtomobilni yaratishni tasavvur qilib bo'lmaydi.

Polimer kompozitsion materiallar aviasozlikda va raketosozlikda juda muhim o'rin tutadi. Bu tarmoqlarni rivojlanishini umuman yangi progressiv materiallarsiz, bu materiallarni aksariyat qismi polimer kompozitsion materiallarsiz, tasavvur qilib bo'lmaydi.

#### Tayanch so'z va iboralar

Kimyo sanoati, polimer kompozitsion materiallarni ishlab chiqarish, polimerlar ishlab chiqarish sur'atlari, tabiiy materiallarni ishlab chiqarishda va qayta

ishlashda mehnat sarfining iqtisodi, sintetik polimer materiallar almashtiruvchi, sintetik polimer materiallar, polimer kompozitsion materiallar, konstruksiey materiallar xossalari, oldindan xossalari belgilangan va rostlangan polimer kompozitsion materiallar, yuqori mustahkamlik, yengil polimer kompozitsion materiallar, korroziyaga turg'unlik, yuqori dielektriklik xossalari, maqsadli polimer kompozitsion materiallar.

#### Qaytarish uchun savollar

1. Mamlakatimiz iqtisodiyotida kimyo sanoatining o'rnini bayon qiling.
2. Polimer kompozitsion materiallar ishlab chiqarishni va ular asosida buyum olishni tezkorlik bilan rivojlanishni iqtisodiy omillarini aytib bering.
3. An'anaviy materiallarning polimer kompozitsion materiallar bilan almashtirish imkoniyatlarini bayon qiling.
4. Xossalari oldindan belgilangan polimer kompozitsion materiallarni yaratish imkoniyatlari qanday?

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Lipatov Yu.S. Kompozitsionnye polimernye materialy. Kiev, "Naukova dumka", 1976, 192s.
2. Lipatov Yu.S. Fizicheskaya ximiya napolnennykh polimerov. M, "Ximiya" 1977g. 305s.
3. Lipatov Yu.S. Budushee polimernykh kompozitsiy. Kiev. "Naukova dumka", 1984g. 135s.
4. Lipatov Yu.S. Mejfaznye yavleniya v polimerax. Kiev, "Naukova dumka", 1980g. 260s.

**MA'RUZA – 2**

***Polimer kompozitsion materiallarni tuzilishi va tarkibi.***

## Reja

1. PKMlar haqida tushuncha, ularni sanoatda va texnikada tutgan o'рни.
2. Polimer kompozitsion materiallarni afzalliklari va kamchiliklari.
3. Polimer kompozitsion materiallar tasnifi.

Hozirgi kunda sanoatning turli tarmoqlari, qishlok ho'jaligi, meditsinani rivojlantirishni plastmassalarsiz tasavvur qilish qiyin, Plastmassalarni bunday keng ko'lamda ishlatilishi, ularni o'ziga xos xossalari, qayta ishlashning samarali uslublari va katta xom ashyo resurslari mavjudligi tufayli mumkin bo'ladi. Plastmassalar nafaqat an'anaviy materiallarni o'rnini bosibgina qolmay, balki konstruksion kimyoviy barqaror, tovushdan, issiqlikdan himoya qiluvchi materiallar sifatida ham katta ahamiyatga ega.

Plastmassalar, asosini sintetik yoki tabiiy yuqori molekulali birikmalar tashkil qiluvchi kompozitsion materiallardir. Ayrim plastmassalar asosan polimerlardan va qisman qo'shimcha moddalardan barqarorlovchilar, buyovchi moddalar, moylovchi moddalardan tashkil topgan (PE,PS,PP va x.k.). Boshqa tur plastmassalar yuqori molekulyar birikmalardan tashqari to'ldiruvchi, plastifikatorlardan tashkil topgan (fenoplastlar, aminoplastlar).

Shunday qilib, polimerlar sof holda juda kam qo'llaniladi, ular asosan polimer kompozitsion materiallar sifatida ishlatiladi.

Demak, YUMBlar tarkibiga turli qo'shimcha moddalar qo'shish yordamida oldindan bizga kerakli bo'lgan texnologik va ekspluatatsion xususiyatlarga ega bo'lgan polimer materiallar, plastmassa, rezina, lok-buyok, sintetik yelim kabilar olish mumkin. Bularning hammasi bitta umumiy nom bilan polimer kompozitsion materiallar deb yuritiladi.

PKM afzalliklari va kamchiliklari. PKM ko'p xossalari bo'yicha boshqa konstruksion materiallardan ustun turadilar (yog'och, metall va h.k.). Ularga quyidagilar kiradi:

1. Fizik-mexanik xossalari. PKM turlicha fizik-mexanik xossalarni namoyon qiluvchi materiallardir. Ular chinni va yog'ochni eslatuvchi biki (qattiq) materiallardan to rezinasifat, qayishqoq, elastik materialargacha bo'lgan xossalarni namoyon qiladilar. Ular alyuminiydan 2 marta, po'lat, mis, qo'rg'oshin, bronzadan 5-7 marta yengildirlar.

Ko'pgina PKM mustahkamlik xossalari metallarnikidan past, ammo ularni shartli mustahkamlik ko'rsatkichi (shartli mustahkamlik ko'rsatkichi, ya'ni mustahkamlikni zichlikka nisbati) eng yuqori markali po'latnikidan ham yuqori. (jadval №1):

Jadval. An'anaviy materiallar va polimer kompozitsion materiallarni mustahkamlik ko'rsatkichlari

Kompozitsion materiallar	R, Kg/sm	T, MPa	Shartli mustahkamlik
Yuqori sifatli po‘latlar	7800	1280	160
Shishaplastiklar	1800	300 - 700	170-400
Yog‘och qatlam plastiklar	1400	350	250

2. Korroziyaga chidamlilik. Asosiy turdagi kompozitsion materiallar, metallardan farqli PKM atmosfera korroziyasiga, turli kislotalar, ishqorlar, eritmalar ta'siriga chidamlidir.

3. Friksion xususiyatlar va eskirishga mustahkamlik (emirilishga chidamlilik). Ko'pgina PKM kichik ishqalanish koeffitsienti va yemirilishga mustahkamligi bilan ajralib turadi. Shuning uchun tekstolit, yog'och qatlam plastiklar va kapron kabi PKMlar podshipniklar sifatida va ishqalanishga chidamlilik talab qilinadigan tarmoqlarda ishlatiladi. Polivinilxloriddan tyyorlangan linoleum tashqi ta'sirga juda yaxshi qarshilik ko'rsatadi. Ba'zi PKM katta ishqalanish koeffitsientiga ega bo'lganligi uchun tormoz qurilmalarida ishlatiladi. Kapronni yemirilishga chidamliligi bronza va babbidtan moylanganda 10-20 marta, quruq holda 100-160 martaga katta.

4. Dielektrik xususiyatlari. Ko'pgina PKM yaxshi dielektriklar hisoblanib, ular zamonaviy texnikada yaxshi dielektriklar sifatida ishlatilib kelinayotgani ma'lum. PKMlar radioaloqa, televidenie, yuqori chastotali tok generatorlari kabi yuqori chastotali qurilmalarda noyob materiallar hisoblanadi.

5. Optik xususiyatlari. Ba'zi PKMlarni (PMMA, PS, PK) organik shisha deb yuritilsa ham bo'ladi. Ular rangsiz, shaffof (tiniq) bo'lib, keng diapazonli to'liqlar, jumladan UB nurlarini yaxshi utkazish xususiyatiga ega bo'lib, bu borada silikat shishalardan ustun turadi. Bunday PKMlar optika sanoati, mashinasozlik kabi shaffof detallar ishlatilishi talab qilinadigan tarmoqlarda ishlatiladi.

6. PKMdan mahsulot olishning osonligi. PKMlarning eng asosiy afzalliklaridan biri ulardan turli usullar - presslash, ekstruziya, kalandrlash kabilar yordamida mahsulotlar olish mumkinligi. PKMlardan juda qiyin detallar tayyorlashga sarflangan mehnat boshqa materiallarni qayta ishlashga sarflangan mehnatdan anchagina kam. PKMlarni qayta ishlashda materiallardan foydalanish koeffitsienti 0,95-0,98 bo'lsa, metallarni qayta ishlashda 0,2-0,6, quyishda bo'lsa 0,6-0,8 ga teng.

Lekin shu bilan bir qatorda PKM ham kamchiliklardan xoli emas. Issiqqa bardoshliligini pastligi. Eng ko'p ishlatiladigan PKMlar faqat ma'lum harorat oralig'ida qoniqarli ishlashi mumkin. Termoplastlar 60-80°S, reaktoplastlar

120°Sgacha. Kremneorganik polimerlar va ftoroplastlar bir muncha yukqori 200°S va yuqori haroratda qoniqarli ishlaydi.

Issiqlik o'tkazuvchanligini pastligi. PKMlarni issiqlik o'tkazuvchanligi metallarga qaraganda 500-600 marta past bo'lganligi uchun, ularni tez issiqlik o'tkazish kerak bo'lgan mashina detallari sifatida, ba'zi tarmoqlarda ishlatishga qiyinchalik tug'diradi. PKMlarni issiqlik o'tkazuvchanligini oshirish uchun ularga issiqlikni yaxshi o'tkazuvchi to'ldiruvchilar (grafit, metall kukunlari) qo'shiladi.

Oquvchanlik. PKM oquvchanligi metallarnikiga qaraganda bir muncha kattaligi detallarni konstruksiyalashda qiyinchilik tug'diradi. Emirilish. (eskirish-starenie) PKMlar issiqlik, nam, tashqi yuk ta'sirida atmosferada uzoq muddatda bo'lganda o'zini fizik-mexanik xususiyatlarini yuqotadi.

### **Polimer kompozitsion materiallarni tasniflash.**

Hozirgi kungacha "Polimerlar ensiklopediyasi"da ham, "Qisqa kimyo ensiklopediyasi"da ham, Britaniya standartlar lug'atida ham qanday materiallar polimer kompozitsion materiallar deb ataladi degan tushuncha kiritilmagan.

Shuningdek, PKMlarni yagona xalqaro tasnifi yaratilmagan, PKMlarga asosan:

1. Dispers yoki tolasimon mineral va organik to'ldiruvchilar (mel, talk, ko'mir, aerosil (SiO) dispers metallar, bo'laklangan shisha tolalar, sintetik tolalar) bilan to'ldirilgan polimerlar;

2. Armirlangan polimerlar, ya'ni organik yoki noorganik tolalar bilan to'ldirilgan polimerlar;

3. Bir-birida erimaydigan polimer aralashmalari kiradi. (bu gruppaga 2ta chiziqsimon polimerlar aralashmasi yoki 2 xil to'rsimon polimerlar aralashmasi (bir-biriga to'rlar o'tuvchi polimerlar aralashmasi, chiziqsimon va to'rsimon polimerlar aralashmasi kiradi).

PKM asosini tashkil qilgan polimerni kimyoviy tabiatiga qarab 4 sinfga bo'linadi:

1. A-sinfi. Zanjirli polimerlanish asosida olinadigan YUMBlar asosida olingan PKM. Ularga PEYUB, PEPB, PP, viniplastlar, poliizobutilen, ftoroplastlar, PS va uning sopolimerlari, akriloplastlar va boshqalar.

2. B-sinfi. Bosqichli polimerlanish va polikondensatsiya usuli yordamida olingan YUMBlar asosida olingan PKMlar. Bularga fenolaldegid asosida olingan plastmassalar, aminoplastlar, efiroplastlar, poliamidlar, uretanoplastlar, kremniyorganik smolalar asosida olingan kompozitsiyalar, epoksid smolalari asosida olingan kompozitsiyalar va boshqalar.

3. V-sinfi. Tabiiy polimerlar kimyoviy modifikatsiyalash asosida olingan PKMlar. Ularga sellyuloza hosilalari asosida olingan PKMlar kiradi (selluloid, turli markadagi etrollar, gallit kiradi).

4. G-sinfi. Tabiiy va neftdan olingan asfalt asosida va smola asosida olingan PKM (turli to'ldiruvchi bitumplastlar).

PKM tasnifini texnik sxemasini amerikalik ximik L. Sperling taklif qilgan (rasm 1). Bu sxemaning o'ng tomonida turli to'ldiruvchilar qo'shish natijasida kuchaytirilgan polimerlar, chap tomonidan esa to'ldirilgan g'ovakli sistemalar keltirilgan. Chap tomonda keltirilgan makroskopik kompozitsiyalar polimerga to'ldiruvchi qanday kiritilganiga qarab, turli xususiyatlarga ega bo'lgan g'ovakli sistemalar bo'lib, ularga lok-buyoq qoplamalari, penoplastlar va polimerlar shimdirilgan keramika, yog'och va betonlar kiradi. Shuningdek polimer kompozitsion materiallar qanday to'ldiruvchilar bilan to'ldirilganligiga qarab 4 xil turga bo'linadi:

Dispersiyalar: asos-polimerlar mineral yoki metall kukunlari bilan, qisqa tolalar bilan, polimerlar bilan to'ldirilgan bo'ladi;

Emulsiyalar: asos-polimer suv, yog' yoki boshqa diskret faza hosil qiluvchi suyuqliklar bilan to'ldirilgan bo'ladi.

Ko'piklar - ko'pikplastlar, g'ovakplastlar, ochiq va yopiq g'ovakli rezinalar, ko'pik rezinalar.

Armirlangan sistemalar-orientirlangan uzun yoki qisqa tolalar bilan to'ldirilgan polimerlar.

Demak, PKMlar asosini polimer tashkil qilgan, ikki va undan ortiq komponentli geterofazali sistema bo'lib, bu sistemani tashkil qilgan komponentlar fazalararo chegarada bir-biri bilan ta'sirda bo'ladi. Fazalararo chegaradagi ta'sir PKMlar xossalarini shakllanishida asosiy o'rin tutadi.

Shunday qilib, PKMlar olinish tamoili polimer asos va to'ldiruvchi orasidagi fazalararo chegarada ketayotgan hodisalarni o'rganish natijasida turli texnologik usullar yordamida oldindan belgilangan kompozitsiyani yaratishga asoslangan. Agar biz fazalar orasida ketayotgan hodisalarni boshqara olsak, o'zimizga kerak xossalarga ega bo'lgan turli xil kompozitsion materiallarni yaratishimiz mumkin.

Ma'lumki sanoatni muhim tarmoqlarini polimerlar asosida olingan kompozitsion materiallarsiz tasavvur qilish qiyin. Bu tarmoqlar taraqqiyoti yangi PKMlar yaratish bilan bevosita bog'liq. Tabiiyki, bu sohalar rivojlanib borar ekan, yangi kompleks xususiyatlarga ega bo'lgan PKMlarga ehtiyoj sezilaveradi.

Buning uchun har doim yangi kompleks xossalarga ega bo'lgan yangi polimer sintez qilib, uni ishlab chiqarishni yo'lga quyish mumkin emas. Shuning uchun hozirgi kungacha bizga ma'lum bo'lgan polimerlarni modifikatsiya qilish, ularga turli to'ldiruvchilar qo'shish hisobiga yangi polimer kompozitsion material yaratiladi. Hozirgi kunda PKMlar yaratilishini 3 yunalishi mavjud:

1. Yangi fizik-mexanik xususiyatlariga ega bo'lgan polimer kompozitsion materiallar yaratish;

2. Xom ashyo ba'zasi yoki PKMlar assortimentini kengaytirish uchun PKMlar yaratish;

3. Sanoat va turmushda chiqqan plastmassa chiqindilarini qayta ishlatish uchun PKM yaratish.

Biz bu fanni o'rganishda yangi fizik-mexanik xususiyatlarga ega bo'lgan polimer kompozitsion materiallar yaratish haqida to'xtalib o'tmoqchimiz.

Biror bir polimer asosida turli xil to'ldiruvchilar yordamida olingan har xil kompozitsiyalarni xossalari ikkinchi faza to'ldiruvchining kimyoviy tabiatiga, uning zarrachalarini katta-kichikligiga, shakliga va tolalar orientatsiyasiga bog'lik. Ayni vaqtda turli xil polimer kompozitsiyalarni xususiyatlari birinchi o'rinda polimer matritsaga bog'lik. Polimer asos-matritsa qanday to'ldiruvchi bilan to'ldirilishidan qat'iy nazar, polimer va to'ldiruvchi bo'linish chegaralarida fazalar orasida turli xil fizik va kimyoviy jarayonlar sodir bo'lib, bu jarayonlar komponentlarni yozaro ta'sirlashuviga olib keladi. Ana shu fazalar orasidagi o'zaro ta'sir, olinayotgan mahsulotlarni asosiy xossalari belgilaydi. Agar biz ana shu jarayonlarni mohiyatini tushunib, bu jarayonlarini boshqara olsak, oldindan xususiyatlari ma'lum bo'lgan turli xil polimer kompozitsion materiallar yarata olishimiz mumkin.

Demak, bu fanning oldiga qo'ygan vazifasi yangi zamonaviy talabalarga javob bera oladigan polimer kompozitsion materiallar yaratish uchun fazalar orasida ketadigan fizik, kimyoviy-mexanik jarayonlarni, polimerlar sirtida boradigan adsorbsiya va adgeziya nazariyalari, polimerlarni fazalar chegarasida qatlamlar hosil qilish va bir-biriga o'tish nazariyasi va polimerlarni to'ldiruvchilar yordamida kuchaytirish nazariyalarini o'rganishdan iborat.

Tayanch so'zlar va iboralar.

PKMlar, fizik-mexanik xususiyatlari, korroziyaga chidamliligi, dielektrik xususiyatlari, issiqbardoshliligi, issiqlik o'tkazuvchanligi, oquvchanlik, yemirilish, to'ldiruvchilar, dispers to'ldiruvchi, armirlangan to'ldiruvchilar, polimerlar, dispersiyalar, emulsiyalar, ko'piklar, armirlangan sistemalar.

Qaytarish uchun savollar.

1. PKMlarga ta'rif bering?
2. PKMlarni sanoatda, texnikada tutgan o'rnini bayon qiling.
3. PKMlarni an'anaviy birikmalardan qanday afzalliklari bor?
4. PKMlarni xossalari bo'yicha qanday kamchiliklarga ega?
5. Qanday materiallar PKMga kiradi?
6. PKMlarni klassifikatsiyalab bering.
7. Sperling klassifikatsiyasi haqida gapirib bering?
8. YUMBlar PKMlar asosini tashkil qilishi haqida.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Lipatov Yu.S. Kompozitsionnye polimernye materialy. Kiev, "Naukova dumka", 1976, 192s.
2. Lipatov Yu.S. Fizicheskaya ximiya napolnennyykh polimerov. M, "Ximiya" 1977g. 305s.
3. Lipatov Yu.S. Budushee polimernyykh kompozitsiy. Kiev. "Naukova dumka", 1984g. 135s.
4. Lipatov Yu.S. Mejfaznye yavleniya v polimerax. Kiev, "Naukova dumka", 1980g. 260s.

**MA'RUZA- 3**  
***Polimer kompozitsion materiallar klassifikatsiyasi.***

Reja

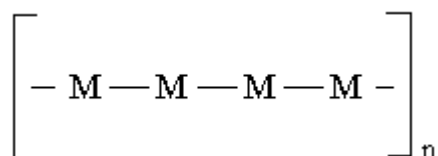
1. PKMlar asosini tashkil qiluvchi yuqori molekulali birikmalar, ularni turlari.
2. Bog'lovchilar (polimerlar) yaratish muammolari.
3. To'ldiruvchilar turlari. PKMlar xossalariga to'ldiruvchi tuzilishi, miqdori, o'lchamining bog'liqligi.
4. PKMlarni tashkil qiluvchi ingredientlar.

PKMlar asosini YUMBlar hosil qiladi. Yuqorida aytib o'tganimizdek ayni bir polimer asosida olingan PKMlarni xususiyatlari birinchi navbatda shu polimerlarni tuzilishi va xossalariga bog'liq. Polimerlarni har xil turlariga turli qo'shimchalar qo'shish bilan tola, qoplamalar, rezina mahsulotlari yelim, lok-buyoq materiallari, plastmassalar olish mumkin. Shuning uchun polimerlarni xususiyatlarini o'rganishdan avval ularni turlari haqida to'xtalib o'tmoqchimiz. Chunki polimerlarni fizik xossalari (mustahkamlik, issiq va kimyoviy bardoshlik, gaz o'tkazuvchanlik, elektr o'tkazuvchanlik, kattiqlik, egiluvchanlik va h.k.), makromolekula elementar xalqasining kimyoviy tarkibi, molekulalararo ta'sir kuchlari va makromolekulalar katta-kichikligiga bog'liq.

Polimerlar tabiatda uchrashi, kelib chiqishi va olinishiga qarab:

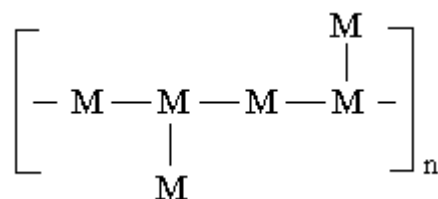
- tabiiy (tabiatda uchraydigan, o'simlik va hayvonot dunyosini asosini tashkil qiluvchi polimerlar);
- sun'iy (tabiiyni modifikatsiyalanib olinadigan polimerlar);
- sintetik (bevosita sintez qilib olinadigan) polimerlarga bo'linadi.

Sintetik polimerlar kimyoviy yul bilan hosil qilinadi. Polimerlar molekulyar massasini shakli jihatidan chiziqsimon, tarmoqlangan va to'rsimon polimerlarga bo'linadi. Chiziqsimon polimerlar makromolekulasi uzunligi juda katta bo'lib, eni bo'yiga nisbatan juda kichik bo'ladi. Ular bir qancha kovalent bog'lar bilan bog'langan elementlar halqalar yig'indisidan tashkil topgan (PE, PP va x.k.)



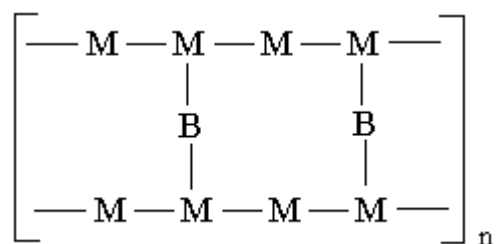
M - elementar halqa.

Tarmoqlangan polimerlar makromolekulasi albatta yon zanjiriga ega bo'ladi:



To'rsimon polimerlar bir-biri bilan ko'ndalang kimyoviy bog'lar orqali birikkan makromolekulyar zanjirlardan tuzilgan bo'ladi. V – choklovchi agent.

Hosil bo'lgan ko'ndalang bog'lar eruvchanlikni yo'qolishiga olib keladi. To'rsimon polimerlar erimaydi (vulkanlangan kauchuk).



Qizdirish ta'sirida o'zini tutishiga qarab polimerlar termoreaktiv va termoplastlar kabi sinflarga bo'linadi.

Polimerlarning asosiy fizik xossalari (mustahkamlik, issiq va kimyoviy bardoshlilik, gaz o'tkazuvchanlik, kattalik, egiluvchanlik va x.k.) makromolekulalarning elementar halqasining kimyoviy tarkibi, molekulalararo ta'sir kuchlari va makrolekula shakli va katta-kichikligiga bog'liq.

Polimerlarni xususiyatlarini yana ularni qutblanganligi ham belgilaydi. Qutbsiz polimerlar yuqori darajada egiluvchanlikka ega, sovuqqa bardoshli bo'ladi, chunki ularda makromolekula egiluvchan bo'ladi. Agar qutbsiz polimerlarga uglevodorod yon zanjirlar kiritilsa, ularni sovuqqa bardoshlilik va egiluvchanligi yanada oshadi, bunda qattiqligi va mo'rtligi kamayadi. Masalan, (poliizobutilen, izobutilen). Qutbli polimerlar yuqori mustahkamlikka ega, ularni issiqbardoshlilik, dielektriklik ko'rsatkichlari va sovuqqa chidamliligi past. YUMBlarning fizik-mexanik xususiyatlariga molekulyar massa, molekulyar massaviy taqsimlanish, polidisperslik kabilar ham ta'sir ko'rsatadi. Molekulyar massaning ortishi YUMB mustahkamlik ko'rsatkichlarini, issiqbardoshlilikni oshiradi. Makromolekulalar joylashish harakteri ham polimerlar strukturasi ta'sir ko'rsatadi. Krisstallanish darajasini oshirish bilan mustahkamlik, zichlik, qattiqlik oshib, elastiklik kamayadi.

### Polimerlar yaratish muammolari

Ma'lumki, PKMda polimer-matritsa ya'ni asos vazifasini bajarib, qolgan komponent alohidaligini saqlaydi, ular o'z hajmiga ega, ya'ni alohida fazada turadi.

Polimer tanlashda yaxshi namlanadigan, ma'lum darajada qovushqoqlikka ega bo'lgan, qayta ishlash jarayonida, ya'ni mahsulot olishda issiqqa bardoshli, to'ldiruvchi bilan yaxshi aralasha oladigan bo'lishiga ahamiyat berishimiz kerak. Polimerni tanlashimizda, umumiy kimyo va polimerlar fizik-kimyosi muammolaridan kelib chiqqan holda; kinetika va termodinamika bilan bog'liq masalalar, to'rsimon polimerlarda polimer bog'lovchini qotirish jarayonini mexanizmlarini, krisstallanish kinetikasini yoki struktura shakllanishidagi termodinamika masalalarini o'rganishimiz kerak bo'ladi. Bu muammolar biz ishlatilayotgan bog'lovchi turiga qarab bir-biridan farq qiladi. Bog'lovchilar yuqorida aytib o'tganimizdek chiziqsimon, tarmoqlangan yoki to'rsimon tuzilishga ega bo'ladi.

CHiziqsimon polimerlar kristall yoki amorf strukturaga ega bo'lib, ular asosan dispers to'ldiruvchilar bilan to'ldiriladi. Hozirgi kunda sanoatda ko'plab ishlatilayotgan termoplastlar - polimer uchun xom-ashyoning arzonligi va ko'pligi uchun ulardan PKMlar yaratish ravnaqli. Polivinilxlorid, polistirol va ularning xossalari, polikarbonatlar, ko'pgina amorf polimerlar, kristall polimerlardan poliolefinlar, ayniqsa ko'p miqdorda ishlab chiqariladigan polietilendan turli to'ldiruvchilar bilan har xil kombinatsiyalarda tayyorlanib, juda keng miqyosda ishlatilib kelyapti. To'rsimon polimerlar hozirgi kunda turli xil maqsadlarda ayniqsa turli qurilmalarda ishlatiladigan PKMlar tayyorlashda keng ishlatiladi. To'rsimon polimerlar yaratilishiga oligomerlar kimyosini rivojlanishi, oligomerlar sintezi katta hissa qo'shadi. Oligomerlar to'rsimon polimer sintezi uchun ishlatiladigan xossalari jihatidan quyi molekulyar birikmalar bilan YUMB orasidagi birikmalar bo'lib, ular kimyoviy reaksiya natijasida to'rsimon polimerlar (uch o'lchovli turlar) hosil qila olish xususiyatlariga ega. Oligomerni qovushqoqligi kichik bo'lganligi uchun, texnologik tomondan ularni to'ldiruvchilar bilan aralashtirish jarayonlari qulay.

Oligomerlarni yana bir texnologik tomondan afzalligi shundaki, ularni ishlatilganda qotirish jarayoni bilan mahsulot tayyorlash jarayonlarini birgalikda olib borib, texnologik tomonidan mahsulot shakllanishida, ayniqsa yirik gabaritli mahsulot tayyorlashda ancha qulaylik tug'diradi. Turlarni shakllanish jarayoni gel hosil bo'lish jarayoni orqali boradi. To'rlanish (choklanish) jarayoni polimerlarni bir agregat holatidan (suyuq) ikkinchi agregat holatiga (qattiq) o'tishiga asoslangan. Bu jarayon molekulalararo ta'sirni kuchaytirish va molekulalar ustqurtma strukturasi shakllanishi orqali boradi.

Shuning uchun bog'lovchilar xususiyatlarini belgilovchi fizik-kimyoviy muammolarni bilish, ularni analiz qilish bog'lovchilar yaratishda optimal xususiyatlarga ega bo'lgan PKMlar olish uchun juda muhim.

To'ldiruvchilar turlari. PKM yaratishda to'ldiruvchi tuzilishi, miqdori, o'lchamini PKM xossalari ta'siri.

PKMlarni fizik-mexanik xossalari yaxshilash uchun (ya'ni kuchaytirish uchun) ularga polimer bog'lovchi turiga qarab dispers yoki armirlangan to'ldiruvchilar qo'shiladi. Armirlangan to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan PKMlarni fizik-mexanik xossalari asosan to'ldiruvchining fizik-mexanik xossalari yuqori bo'lishiga asoslangan. Armirlangan to'ldiruvchilarga asosan shisha tolalar, organik tolalar, uglerodli tolalar, borli iplar kiradi. Shuningdek PKM lar xossalari mayda zarrachali to'ldiruvchilar (kvars kukunlari, mayda zarrachali minerallar (mel, talk, kaolin, slyuda), maydalangan shisha tola, aerosillar qo'shib ham kuchaytirish mumkin. PKMlar fizik-mexanik xossalari yaxshilash uchun qo'shiladigan to'ldiruvchilar aktiv to'ldiruvchilar deyiladi. Ba'zi to'ldiruvchilar PKMlarda polimer materialni qisman almashtirib, uni narxini arzonlashtiradi. Bunday to'ldiruvchilar noaktiv (inert) to'ldiruvchilar deyiladi.

Dispers to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan PKMlar fazoviy strukturasi PKMlar tarkibida to'ldiruvchilarning miqdori, to'ldiruvchi zarrachalarini katta kichikligi va formasi va fazalararo ta'sir belgilaydi.

PKMlar tarkibida to'ldiruvchi miqdorini ortib borishi bilan kompozitsiyaning xossalari ham ma'lum qonuniyat asosida o'zgarib boradi. Polimer kompozitsiya tarkibida to'ldiruvchi miqdorini o'zgarib borishi uning qayishqoqlik moduliga (modul uprugosti), qovushqoqligiga, hamda mustahkamligiga ta'sir ko'rsatadi.

Dispers to'ldiruvchi zarrachalari turli katta-kichiklikda bo'lib, ular ham PKMlar xossalariga ta'sir ko'rsatadi. Masalan, yuqori dispers to'ldiruvchi aerosil - SiO zarrachalari 0,01 mkm kattalikda bo'lsa, organik mikrosferalar 20-130 mkm kattalikda bo'lishi mumkin.

Zarrachalar qanchalik kichik bo'lsa, ular bir-biri orasidagi masofa shuncha yaqin bo'lib aglomeratlar (mayda bo'lakchalarni yiriklashishi) hosil bo'lishi shunchalik oson bo'ladi.

Zarrachalar yiriklashgan sari PKMlar tarkibidagi to'ldiruvchi orasidagi masofa yaqinlashib borib, adsorbsiyalanish yaxshi bo'ladi.

Lekin shu bilan birga polimer aralashmada zarrachalar juda mayda bo'lsa, aralashma quyilib qolishi ham mumkin. Bunda polimer eritma qovushqoqligi ortib, uni kayta ishlash kiyinlashadi. Ayrim PKMlar uchun to'ldiruvchi zarrachalarini yiriklashishi bilan PKMlar mustahkamligi kamayib boradi, ayrimlarida esa zarrachalar yirik bo'lsa, PKMlar mustahkamligi ortadi. Birinchi navbatda dispers to'ldiruvchi va bog'lovchi komponentlarining bir-biriga termodinamik mosligi va bir-biriga almashina olishini ortib borishi mustahkamlik ortishga olib keladi.

PKMlar qisqa va uzluksiz uzun tolalar bilan ham to'ldirilishi mumkin. Agar bitta bog'lovchi-polimer asosida olingan PKM bir xil miqdorda dispers hamda tolasimon to'ldiruvchi bilan to'ldirilgan bo'lsa, bu ikkita PKMlardan tolasimon to'ldiruvchi bilan to'ldirilgan PKMni mustahkamligi ikkinchisidikiga qaraganda katta bo'ladi.

CHunki, tolasimon to'ldiruvchi solishtirma yuzasi katta bo'lganligi uchun fazalararo qatlam hosil bo'lishi tez boradi.

Ba'zi holatda agar qisqa tolalar orientirlangan bo'lsa, tolaning faqat orientirlangan bir qismigina tashqi ta'siriga qarshilik ko'rsata oladi, qolgan orientirlanmagan qismi PKMlar strukturasiida defektlar hosil bo'lishiga sabab bo'ladi, mustahkamlik pasayadi. Shuning uchun hozirgi kunda tolalarni orientirlash, ularni tartibsiz joylanishini ta'minlash uchun to'ldiruvchi tarkibiga turli xil appretlar qo'shiladi. Lekin qisqa tolalar bilan to'ldirilgan PKMda ko'p martalab deformatsiyaga qarshilik katta bo'ladi.

Demak, PKM yaratishda to'ldiruvchining miqdori, uning bo'laklarini katta kichikligi va shakli, armirlangan to'ldiruvchining tolalari uzun qisqaligi va eng asosiy fazalararo ta'sir katta o'rin tutadi.

## **PKMlarni tashkil qiluvchi ingradientlar**

Qotiruvchi qo'shimchalar. Chiziqsimon makromolekulalarni qayta ishlash jarayonida uch o'lchovli molekulalarga o'tkazish uchun choklovchi agentlar, ya'ni qotiruvchi qo'shimchalar qo'shiladi. Ta'sir qilish harakteriga qarab qotiruvchilar-qotirishni tezlatuvchi initsiatorlar va polimer makromolekulasini choklovchi qo'shimchalardan tashkil topgan.

Initsiatorlar va jadalashiruvchilar. Stirol va polimerlanuvchi monomer tutgan poliefirakrilat va poliefirmaleinat oligomerlarini qotirish uchun ishlatiladi. Qotiruvchilarga kislota anhidridlari, aminlar, formaldegid, geksametilentetramin, glikollar kiradi.

Plastifikatorlar. PKMni qayta ishlash va ekspluatatsiya qilish jarayonida egiluvchanlik va qayishqoqlik xususiyatlarini oshirish uchun polimer tarkibiga plastifikatorlar qo'shiladi.

Polimerlar tarkibiga plastifikatorlar qo'shish polimerlarni boshqa ingradientlar bilan yaxshi aralashishini ta'minlaydi va plastmassani qayta ishlash haroratini pasaytiradi. Plastifikatorlarni qo'shish mahsulotga shakl berishni yaxshilab, uni sovuq bardoshligini oshiradi. Plastifikatorlar polimerlar bilan reaksiyaga kirishmaydi, balki polimerdagi molekulalararo ta'sir kuchlarini kamaytiradi. Plastifikatorlar polimerlar bilan yaxshi aralasha oladigan, uchuvchan bo'lmagan (kam uchuvchan), polimer va boshqa ingradientlar bilan kimyoviy reaksiyaga kirishmaydigan, rangsiz, xidsiz, zaharli bo'lmaslik, mahsulot tayyorlanganda diffuziyalanib uni ustiga chiqib qolmaslik, polimerlarga qaraganda kimyoviy chidamli kabi talablarga javob berishi kerak: Plastifikatorlarga misol dibutilftalat, fosfor kislota efirlari va boshqalarni keltirish mumkin.

Yog'lovchilar- polimerlardan mahsulot tayyorlash va jarayonda qo'shilishini yaxshilash uchun qo'shiladi polimerlarni tabiatiga qarab tanlanadi. Ularga stearin, olein kislotalari, stearatlar, sovunlar, parafin kabilar kiradi.

Barqarorlovchilar. Kompozitsiyani tayyorlashda polimerni destruksiyadan saqlash uchun barqarorlovchilar qo'shiladi. Polimerlarni issiqlik ta'sirida yemirilishdan saqlovchi barqarorlovchilar termostabilizatorlar deyiladi.

Destruksiyaning sekinlashtiruvchi stabilizatorlar yorug'lik stabilizatorlari deyiladi.

Harorat ta'siridan saqlovchi barqarorlovchilarga-fenol hosilalari va aminlar kiradi.

Yorug'lik ta'siridan saqlovchi barqarorlovchilarga gaz holatidagi korakuya, benzafenon hosilalari kiradi. PVXni stabilizatorlariga kobalt, rubidiy va bariy stearatlari kiradi.

#### Tayanch so'z va iboralar.

YUMB, tabiiy, sun'iy, sintetik polimerlar, chiziqsimon, tarmoqlangan, to'rsimon polimerlar, polimer-asos, oligomerlar, to'ldiruvchilar, aktik, noaktiv to'ldiruvchilar, mineral va organik to'ldiruvchilar, armirlangan, dispers to'ldiruvchilar, qotiruvchi qo'shimchalar, tashabbuskorlar, jadallashtiruvchilar, plastifikatorlar, yog'lovchilar, barqarorlovchilar.

### Qaytarish uchun savollar.

1. Yuqori molekularli birikmalar, ularni turlari.
2. PKMlar yaratishda polimerlar qanday talablarga javob berishi kerak?
3. CHiziqsimon va to'rsimon polimerlar yaratish muammolari.
4. PKMlar yaratishda to'ldiruvchi qanday vazifani bajaradi.
5. To'ldiruvchilarni qanday turlarini bilasiz?
6. PKMlar yaratishda to'ldiruvchi miqdori va o'lchamini uni xossalari ta'siri haqida so'zlab bering.
7. PKMlar qanday ingradientlardan tashkil topgan?

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Lipatov Yu.S. Kompozitsionnye polimernye materialy. Kiev, "Naukova dumka", 1976, 192s.
2. Lipatov Yu.S. Fizicheskaya ximiya napolnennyykh polimerov. M, "Ximiya" 1977g. 305s.
3. Lipatov Yu.S. Budushee polimernyykh kompozitsiy. Kiev. "Naukova dumka", 1984g. 135s.
4. Lipatov Yu.S. Mejfaznyye yavleniya v polimerax. Kiev, "Naukova dumka", 1980g. 260s.

## *Polimer kompozitsion materiallar tarkibidagi YUMBlarning qattiq sirdagi adsorbsiyasini nazariy asoslari*

Reja

1. YUMBlar molekulalarini qattiq sirdagi adsorbsiyasining QMBlar adsorbsiyasidan asosiy farqlari.
2. Adsorbsiya jarayonini PKMlar xossalarini shakllanishidagi roli.
3. Qattiq sirdagi, konsentrlangan eritmalardagi YUMBlar adsorbsiyasi.

PKM yaratishning nazariy asoslari quyidagi asosiy qismlardan iborat:

- Polimerlarni to'ldiruvchi sirtidagi adsorbsiyasi va adgeziyasi nazariyalari.
- Polimerlarni oraliq va fazolararo qatlam hosil qilish nazariyalari.
- Polimerlarni to'ldiruvchilar bilan kuchaytirish nazariyasi.

YUMB asosida PKM yaratish polimer va qattiq jism (asosan to'ldiruvchi) orasidagi sirt hodisalarining fizik-kimyosiga asoslangan. Bu sirt hodisalariga polimer bog'lovchi va to'ldiruvchi orasidagi adsorbsiya, namlanish, adgeziya hodisalari kiradi.

PKMlar xossalarini tushinishda polimerni dispers to'ldiruvchi sirtidagi yupqa ustki qatlam ustidagi yoki armirlangan tola ustidagi xatti-harakatlarini o'rganish muhim o'rin tutadi.

Adabiyotlardan ma'lum bo'lishicha polimer bilan to'ldiruvchi orasidagi hosil bo'lgan qatlamlar ustidagi polimerni xossalari uni aynan o'zining ya'ni hajmdagi xossalardan farq qiladi, Modomiki, PKMlarda polimer fazaning katta qismi sirtki qatlam holatida ekan, chegaraviy qatlam strukturasi o'rganish PKMlar fizik-kimyosining asosiy masalalaridan biri hisoblanadi. Bu masalani tushunish uchun biz avvalo shu chegaraviy qatlamni hosil bo'lishini o'rganishimiz kerak.

PKMlar yaratishda birinchi texnologik jarayon bu to'ldiruvchi sirtini (ustini) polimer bog'lovchi bilan namlash jarayoni hisoblanadi. Bunda polimer bog'lovchi molekulalarini to'ldiruvchi bilan adsorbsion bog'lanishi va to'ldiruvchi sirtida polimer adsorbsion qatlamini vujudga kelishi yuz beradi. Demak, polimer adsorbsion qatlamining hosil bo'lishi, ya'ni polimer adsorbsiyasi PKMlar shakllanishining dastlabki akti bo'lib, u polimerni to'ldiruvchi yuzasiga adgeziyasida va sirtqi qatlam hosil bo'lishida asosiy omil hisoblanadi.

Polimer adsorbsiyasi faqat chegaraviy qatlam xususiyatlarini emas, balki adgezion ta'sir xarakterini va yaratilayotgan PKMlar mustahkamligini ham belgilaydi.

Polimer makromolekulalarini qattiq sirtidagi adsorbsiyasi QMBlar adsorbsiyasidan o'ziga xos ravishda va tubdan farq qiladi. Polimerlar adsorbsiyasining QMBlar adsorbsiyasidan tubdan farq qilishiga birinchi sabab,

makromolekulalarning egiluvchanligidir. YUMBlar kimyo'sidan ma'lumki polimer kimyoviy tuzilishiga qarab, makromolekulalarni bir qismi ikkinchi qismiga nisbatan aylana olish qobiliyatiga ega. Ya'ni, makromolekulalarni ketma-ket tuzilgan segmentlar yig'indisidan iborat deb qarash mumkin va bu segmentlarni har bir o'zini boshqa qismidan alohida mustaqildek tutadi.

Polimerlar adsorbsiyalanganda ko'pincha adsorbent sirti bilan makromolekulaning katta bo'lmagan segmenti bog'lanadi, ayni vaqtda makromolekulalarning qolgan katta qismi sirdan eritmaga cho'zilib, sirt bilan adsorbsion kuchlar orqali bog'liq bo'ladi.

Makromolekulani to'ldiruvchi bilan bog'lanishi uchun uni adsorbent sirtiga bir uchi bilan xuddi yakorga o'xshatib "ilinish"(ilashib) olishi yetarli. Shunda makromolekula bir vaqtda ham sirt bilan bog'langan, ayni vaqtda erkin ham bo'lib yuzada katta molekulyar harakatchanlikka ega bo'ladi. Makromolekulaning egiluvchanligi qancha katta bo'lsa, ya'ni konformatsiyasini o'zgartirishga layoqati katta bo'lsa, adsorblangan molekulani harakatchanligi shunchalik katta bo'ladi. Boshqa tomondan esa, makromolekulani egiluvchanligini katta bo'lishi makromolekulani sirtga yaxshilab moslashib olishini taminlaydi, ya'ni uni sirt bilan ko'p sonli segmentlar bilan bog'lanishga imkon yaratadi. Shuning uchun adsorbsion qatlamdagi adsorbirlangan bog' konformatsiyasi asosan molekulani sirt bilan bog'lanish darajasi, sirtni to'lib borish darajasiga, shuningdek PKMLar yaratishda birinchi texnologik jarayon bu to'ldiruvchi sirtini (устный) polimer bog'lovchi bilan namlash jarayoni hisoblanadi. Bunda polimer bog'lovchi molekulalarini to'ldiruvchi bilan adsorbsion bog'lanishi va to'ldiruvchi sirtida polimer adsorbsiya qatlamini vujudga kelishi yuz beradi. Demak, polimer adsorbsion qatlamining hosil bo'lishi, ya'ni polimer adsorbsiyasi PKMLar shakllanishining dastlabki akti bo'lib, u polimerni to'ldiruvchi yuzasiga adgeziyasida va sirtki qatlam hosil bo'lishida asosiy omil hisoblanadi.

Polimer adsorbsiyasi faqat chegaraviy qatlam xususiyatlarini emas, balki adgezion ta'sir xarakterini va yaratilayotgan PKMLar mustahkamligini ham belgilaydi.

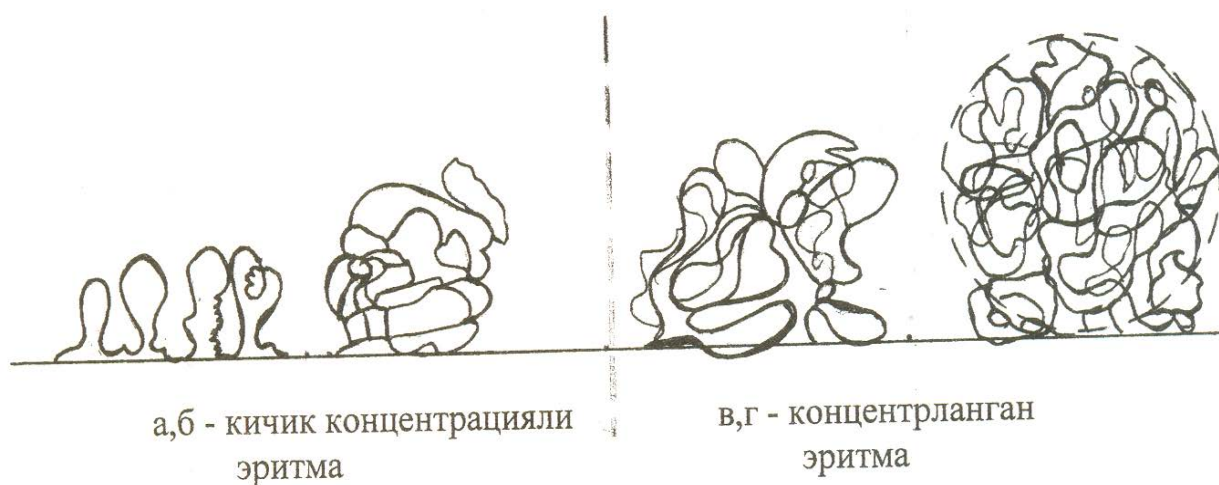
$$P = \frac{P_C}{P_C + P_B}$$

$R_S$  - polimerlarning bog'langan segmentlar soni

$R_V$  - polimer molekulasi erkin (bog'lanmagan) segmentlar soni

Kichik konsentratsiyali eritmada g'ovak kulula (klubok) shaklida bo'lgan makromolekulalar to'ldiruvchi sirti bilan dastlabki bog'lanishdan so'ng molekulani issiqlik harakati va egiluvchanligi natijasida bu kulula konformatsiyasini o'zgarishi va molekula yuzada yoyilishi (ochilishi - uzala tushib olishi-"rasplastывание") mumkin. Eritma konsentratsiyasini oshirilishi sirt to'lib borish darajasini (stepen zapolneniya) ortib, adsorbsiyada sirt bilan o'zaro ta'sir sharoitlarini o'zgarishiga olib keladi. Yoyilgan (ochilgan) konformatsiyali molekula adsorbsiyasidan sirt bilan adsorbsion bog'langan segmentlar ketma-

ketligi adsorbsiyasiga o'tiladi. Bundan segmentlarni eritmaga ilmoqlashib yoyilishi kuzatiladi.



Bundan R-kattaligi

$$P = \frac{P_K}{P_S}$$

$R_K$  - ketma ketlikda adsorblangan segmentlar soni  
 $R_S$  - ilmoklanib yoyilgan segmentlar soni

Demak, YUMBlarda turg'un kulula (klubok) shaklidagi adsorbirlangan makromolekulalar bilan to'ldiruvchi sirti qoplanganda, makromolekulalarning faqat ayrim segmentlarigina adsorbent sirti bilan ta'sirda bo'ladi.

Shunday qilib, adsorbirlangan molekulalarda molekulalararo ta'sirni mavjudligi va uni adsorbirlangan bog'lar konformatsiyasiga ta'siri, makromolekulalarning egiluvchanligini adsorbsiyaga ta'siri kabilar YUMBlar adsorbsiyasini QMBlar adsorbsiyasidan farq qiluvchi birinchi tomonidir.

YUMBlar adsorbsiyasining yana bir o'ziga xos xususiyati uning erituvchi tabiatiga bog'liqligi, ya'ni eritmada polimer bog' konformatsiyasiga erituvchi tabiatining ta'siri. Erituvchining termodinamik sifatini yomonlashuvi yoki erituvchi molekulalari bilan segmentlar ta'sirini yomonlashuvi eruvchanlikni yomonlashishiga va suyultirilgan eritmalardan adsorbsiyalanish kattaligini ortishiga olib keladi, lekin ayni vaqtda molekulyar kululalar kattaligini kamaytirishi ya'ni adsorbent sirtida polimer kululalarining (gujanaklarni) bog'lash harakteri o'zgaradi.

Erituvchi termodinamik sifatini turlichaligi, ya'ni uni yaxshi yomonligi erituvchida kululalar o'lchamining o'zgarishi konsentratsiya ko'tarilishi bilan turlicha bo'ladi.

Suyultirilgan eritmalarda adsorbsiyaga haroratning ta'siri erituvchi termodinamik sifatini o'zgarish bilan va polimer molekulari kululalari (gujanaklari) katta-kichikligini o'zgarish effekti bilan bog'liq. Shuning uchun QMB lardan farqli YUMBlar adsorbsiyasi harorat ko'tarilishi bilan ortish ham mumkin. QMBlarda haroratni ko'tarilishi adsorbsiyani ortishga olib kelishi ma'lum.

YUMBlar adsorbsiyasining KMBlar adsorbsiyasidan yana bir farq kiluvchi tomoni polimer molekulyar massasining kattaligidir. Polimer molekulyar massasining kattaligi ham adsorbsiyaga o'ziga xos ravishda ta'sir qiladi.

Ayni bir polimer uchun erituvchi tabiati va adsorbentni tuzilishi (ya'ni g'ovakligi)ga qarab polimer molekulyar massasi adsorbsiyaga o'ziga xos ravishda ta'sir ko'rsatadi. Ma'lumki polimerlar polidispersdir, ya'ni polimer tarkibida yuqori hamda quyi molekulali fraksiyalar bo'ladi.

Ayni bir polimer uchun agar sorbentlar g'ovaksiz bo'lsa, molekulyar massa ortishi bilan adsorbsiya ham ortib boradi. Aksincha kichik, lekin ko'p g'ovakli sorbentlar uchun quyi molekulali fraksiyani adsorbsiyasi ustunlik qiladi, Demak, polimerni polidispersligi, molekulyar massaviy taqsimoti adsorbsion qatlamga ta'sir ko'rsatar ekan.

Yuqorida keltirilgan polimerlar adsorbsiyasini o'ziga xos xususiyatlarini hisobga olib, adsorbsiyani ko'pgina statistik nazariyalari yaratilgan. Ular adsorbsiya izotermasini analitik ifoda qilishga imkon yaratadi. Ko'pgina xollarda adsorbsiya Freyndlix tenglamasi orqali ifodalanadi:

$$A = \beta * C^n$$

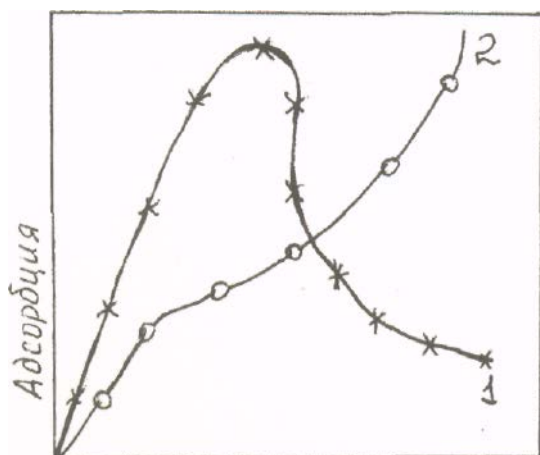
bu yerda A - adsorbsiya,  $\beta$  va n - konstantalar, S - eritma muvozanatli konsentratsiyaci.

Ko'pincha amaliyotda (elim koplamlar tayyorlashda, oligomer kompozitsion, polimer - monomer sistemalar) sirdagi adsorbsiya konsentrlangan eritmalardan amalga oshiriladi. Bu adsorbsiya suyultirilgan elementlar adsorbsiyasidan, uning qonuniyatlaridan farq qiladi.

Konsentrlangan eritmalarda g'ujunak kululalar qisilib, razmer kichiklashadi. Konsentrlangan eritmalarda makromolekulalar orasida molekular aro ta'sir namoyon bo'lib, bu molekulyar assotsiatlar va agregatlar hosil qiladi. Bu agregatlar bilan qolgan molekularlarning eritmadagi muvozanat holati agregatsiya konstantasi bilan karakterlanadi.

n - eritmada  $K_a = \frac{n}{N}$  agregatlar bo'lib bog'langan molekular soni,  
N - molekular umumiy soni

Bu yerda  $K_a$  erituvchi tabiatiga, eritma konsentratsiyasi va temperaturaga, polimer tabiatiga bog'liq bo'ladi. Assotsiatlar yoki molekulalar agregatlari eritmadagi yullar bilan aniqlanadi. Quyidagi rasmda 2 xil eritmadagi adsorbsiya tasvirlangan. Adsorbsiya izotermasi



1. Aerosil bilan to'ldirilgan polikarbonat - dixloretan eritmasida.
2. Epoksid smola - DMFA konsentratsiyasi eritmasida.

Birinchi holatda adsorbsiyani tekshirish uchun qulay bo'lgan oblastda adsorbsiyani oshib borishi kuzatiladi (2-egri chiziq). 2 chi holatda adsorbsiya ma'lum konsentratsiyada maksimumga yoki minimumga ega bo'lib, konsentratsiya oshib borishi bilan adsorbsiyani pasayishi ba'zan butunlay to'xtatib qolishi kuzatiladi (1 chi egri chiziq). Bu izotermalar termodinamik sifati yaxshi yoki yomon bo'lgan erituvchilardagi adsorbsiya jarayonini harakterlaydi va u molekulyar agregatlarni adsorbsiyasi ustunligi bilan bog'liq. Yaxshi erituvchilarda konsentratsiya ortib borishi bilan agregatlar soni ham ortib borib, adsorbsiyani oshishiga olib keladi. Yomon erituvchida esa ma'lum konsentratsiyada agregatlarni bir-biriga fazoviy to'rsimon bog'lanishi (gel hosil bo'lishi) yuz berib, bu agregatlarni sirtga o'tishiga to'sqinlik qiladi va bu adsorbsiyani butunlay to'xtatib qo'yadi. Suyultirilgan eritmalardan farqli konsentrlangan eritmalarda yaxshi erituvchilarda adsorbsiya kattaligi - katta, yomon erituvchilarda - kichik bo'ladi. Yuqorida aytib o'tganimizdek, bu erituvchi termodinamik sifati bilan bog'liq ravishda struktura hosil bo'lishi xususiyatlariga bog'liq. Demak, QMBlar adsorbsiyasi farqli YUMBlar adsorbsiyasida adsorbsiya kattaligi makromolekula strukturasi, hamda eritma strukturasi ta'siri bilan belgilanadi.

Yuqorida keltirilgan polimer adsorbsiyasini o'ziga xos xususiyatlari PKMlar yaratishda polimerlar sirtki qatlami shakllanishi mexanizmlarini tushunishda, adsorbsion kuchlar asosiy rol o'ynovchi - polimerni qattiq sirtga adgeziyasi mexanizmlarini tushunish nuqtai nazaridan katta ahamiyatga ega.

PKM xossalari shakllanishida adsorbsiyani ta'siri xususida to'xtalib o'tamiz. Polimerlar adsorbsiyasining yuqorida keltirilgan o'ziga xos xususiyatlari suyuq polimer smolalarini (bog'lovchilarni) qotguncha sirt bilan bevosita ta'siri uchun ham o'z ahamiyatini saqlaydi. Chunki har qanday smola, har qanday polimer individual modda emas, u doimo turli molekulyar massaga ega bo'lgan fraksiyalar yig'indisi, buni QMB lardagi YUMBlar fraksiya eritmasi deb qarash mumkin. Shuning uchun biz bunday adsorbsiyani eritmalardan adsorbsiyalanishi deb qarashimiz mumkin.

Olimlar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, vaqt o'tishi mobaynida bog'lovchi sirtiga yopishib turgan molekulani molekulyar massaviy taqsimoti o'zgaradi. Sirtida asosan polimer hajmdan sirtga o'tgan yuqori molekulyar massali fraksiyalar yig'iladi. Oqibatda keyingi polimer qatlamlarida yuqori molekulyar fraksiyalar juda kamayib ketadi. Ma'lumki, polimerni xususiyatlari molekulyar massaga tubdan bog'liq bo'lib, bunday o'zgarishda qattiq jism sirtida polimer qatlamining xususiyatlari uni sirtidan qanday uzoqlikda turganligiga qarab turlicha bo'ladi. Bu esa polimer qatlamlari sirtidagi strukturani tuzilishi tushinish uchun juda muhim.

PKM olishda polimer bog'lovchilar faqat polidispers bo'libgina kolmay, balki ko'p komponentli ham bo'lishi mumkin. Ular tarkibiga ko'pgina turli turdagi kushimchalar reaksiyani jadallovchilar, qotiruvchilar kabi komponentlar kirishi mumkin. Bunday ko'p komponentli polidispers bog'lovchilar ishlatilganda qotirish jarayonigacha sirtida qandaydir komponentlar aralashmasini adsorbsiyasi sodir bo'ladi. Ma'lumki, avvalo katta aktivlikka ega bo'lgan komponentlar adsorbsiyalanadi. Bunday adsorbsiyalanish natijasida qotirilayotgan polimer sirti yaqinida komponentlar taqsimlanishi o'zgaradi. Ayni vaqtda sirtki qatlamning turli zonalarida komponentlarning tarqalishi turlicha bo'lganligi uchun bog'lovchini qotirishda katnashayotgan komponentlar bilan boradigan reaksiya sharoitlari ham o'zgaradi. Bundan tashqari reaksiya borishi mobaynida reaksiyaga kirayotgan moddalar va hosil bo'layotgan polimer molekulalari sirt bilan turlicha bog'lanadilar, bu esa reaksiya tezligiga ta'sir ko'rsatadi. Bu tezlik esa PKMlar olishda xal kiluvchi asosiy omildir. Adsorbsion ta'sir natijasida reaksiya tezligini o'zgarishi, selektiv adsorbsiya natijasida sirtidan komponentlarni turli o'zoklikda bo'lishi polimer strukturasi ta'sir qiladi ya'ni, bir xil sharoitda (harakat, bosim, komponentlar nisbati, katalizator konsentratsiyasi) olingan polimer strukturasi va reaksiya borish sharoitlari xuddi shu sharoitda lekin to'ldiruvchisiz olingan polimer strukturasi bilan farq qiladi. Demak, PKMlar shakllanishida, polimer matritsa ko'p komponentli bo'lganda komponentlarni selektiv adsorbsiyasi asosiy rol uynaydi. Bu omillarni barchasi to'ldiruvchi bilan polimer matritsa orasida hosil bo'layotgan chegaraviy qatlamda polimer matritsa strukturasi o'zgarishiga olib keladi, bu esa o'z navbatida PKMlarni barcha xossalari ta'sir ko'rsatadi.

Demak, adsorbsiya PKMlar shakllanishi sharoitlari va xossalari belgilovchi muhim omil ekan.

Tayanch so'z va iboralar.

Adsorbsiya, YUMB adsorbsiyasi, QMBlar adsorbsiyasi, makromolekulalar egiluvchanligi, segmentlar, makromolekula kululalari, suyultirilgan va konsentrlangan eritmalaridagi adsorbsiya, yaxshi va yomon erituvchilar (erituvchi termodinamik sifati), Frenliks tenglamasi, agregatsiya konstantasi, adsorbsiya izotermsi.

### Qaytarish uchun savollar.

1. PKMlar yaratish nazariy asoslari qanday asosiy qismlardan iborat?
2. YUMBlar adsorbsiyasi QMBlar adsorbsiyasidan qanday farq qiladi?
3. Makromolekula egiluvchanligini adsorbsiyaga ta'siri haqida so'zlab bering.
4. Polimer molekulyar massasini adsorbsiyaga ta'siri qanday?
5. YUMBlar adsorbsiyasiga erituvchi tabiatini ta'siri? b.Suyultirilgan eritmalaridagi, konsentrlangan eritmalaridagi adsorbsiyalar.
6. PKMlar shakllanishda adsorbsiyani roli haqida gapirib bering.

### Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Berlin A.A., Basin V.E. Основы адгезии полимеров М., "Химия" 1974, 392s.
2. Deregин B.V., Krotova N.N. i dr. Адгезия твердых тел. М., "Наука" 1973, 280 s.
3. Lipatov Yu.S. Будущее полимерных композиций, Киев. "Наукова dumka", 1984,135s.
4. Lipatov Yu.S. Межфазные явления в полимерах, Киев, "Наукова dumka", 1980,260s

**MA'RUZA – 5**  
**Adgeziyaning adsorbsion nazariyasi.**

Reja.

1. Adgeziyaning adsorbsion nazariyasi.
2. Polimerlar va to'ldiruvchi fazasidagi bog'ning tabiati va uni adgeziyada tutgan o'rni.
3. Adgeziyaning termodinamik nazariyasi.

Ma'lumki, har bir yelimlash jarayonini asosida adgeziya hodisasi yotadi. Yuqori fizik - mexanik xususiyatlarga ega bo'lgan PKMlar yaratishning asosiy shartlaridan biri polimer asos bilan to'ldiruvchini bir-biriga mustahkam bog'lanishidir. Agar polimer asos bilan to'ldiruvchi bir-biriga mustahkam bog'lanmagan bo'lsa, PKM turli mexanik ta'sirlar natijasida osongina buzilishi mumkin. Shuning uchun polimer asos va to'ldiruvchi orasidagi hosil bo'lgan fazolararo chegaradagi adgeziya hodisasini sabablarini o'rganish PKM yaratishda na faqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham katta ahamiyatga ega. Hozirgi ko'ngacha adgeziya hodisasini tushuntiruvchi bir qancha nazariyalar mavjud. Agar fizik-kimyoviy nuqtai nazaridan qaraydigan bo'lsak, adgeziyani fazalar orasidagi chegarada vujudga kelgan molekulalararo ta'sir kuchlari belgilaydi. Yuqorida aytib o'tganimizdek bu kuchlar polimer adsorbsiyasini ham belgilovchi kuchlar edi. Shuning uchun adgeziya hodisasi qattiq sirtidagi adsorbsiya sharoitlari bilan ham uzviy bog'liq. Ya'ni adsorbsiya jarayonida kuzatiladigan polimer tabiatiga xos bo'lgan ba'zi effektlar adgeziya jarayonida ham kuzatiladi. Bular polimer zanjirining egiluvchanligi bilan bog'liq bo'lgan adsorbsion sirtida polimer konformatsiyasini o'zgarish effektidir. Shuning uchun adgezion birikma hosil bo'lishida vujudga kelayotgan chegaraviy qatlam strukturasi adsorbsiyani belgilab beruvchi omillar belgilaydi. Shundan kelib chiqib adgeziya jarayonini tushuntirib beruvchi adgeziyaning adsorbsion nazariyasi yaratilgan. Bu nazariya termodinamik nazariya bilan birga adgeziya hodisasini to'g'ri talkin qilishga yordam beradi.

Adgeziyaning adsorbsion nazariyasi. Bu nazariya fazalar orasidagi chegarada ta'sir qiluvchi fizik kuchlar, hamda qattiq jismning va polimerning tabiati, qattiq jism sirtida atomlar yoki atom va molekulyar gruppirovkalar bilan kuchli ta'sir qiluvchi makromolekula zanjirida kutbli yoki boshqa guruxlar borligi (mavjudligi) orqali tushuntiradi. Shu bilan birga bunda polimerning o'zining va polimer zanjirining boshqa umumiy xossalari ham asosiy urin tutadi. Chunki polimer zanjirining xossalari fazalar orasidagi chegaradagi molekulalar kontakti hosil bo'lish sharoitlarini belgilaydi. agar polimer zanjiri juda dagal bo'lsa, u sirt mikrorelefiga yaxshi moslasha olmaydi va polimerni sirt bilan kontakti to'liq bo'lmay, sirtning ba'zi nuqtalari bilangina kontaktda bo'ladi. Bunday makromolekulani, ya'ni sirt bilan ba'zi nuqtalardagina kontaktda bo'lgan makromolekulani sirtdan "ajratib" olish juda oson bo'ladi. Demak, adgeziya hodisasini adsorbsion nazariyasida adgezion birikma hosil bo'lishida (shakllanishida) makromolekulani sirti bilan molekulyar kontakt hosil qilishi

sifatida qaraladi. Shu bilan birga bunda polimerning o'zining ham ba'zi xossalari, shishalanish harorati, qayishqoqlik xossalari asosiy ahamiyatga ega. Agar kontakt shakllanishda sirt bilan yetarli darajadan ortiq nuqtalar hosil bo'lsa, qotirilgan adgeziv murt bo'ladi va mexanik ta'sir natijasida bu adgezivni hamda, adgezion birikmani buzilishiga olib keladi.

Yuqorida aytib o'tganimizdek, polimerning aynan o'zining xossalari, uning adsorbsion qatlamdagi xossalaridan farq qiladi. Bu o'zgarish sirtida makromolekula zanjirining konformatsiyasini o'zgarishi bilan bog'liq. Ma'lumki makromolekula konformatsiyasini o'zgarishi uni molekulyar harakatchanligi va adsorbsion qatlam strukturasi shakllanishini belgilaydi. Xuddi shunday hodisalar adgezion birikma hosil bo'lishida ham o'rinli va kuzatiladi.

To'ldiruvchi bilan polimer orasidagi adgezion bog'ning mustahkamligi ham polimer xossalarini o'zgarishida namoyon bo'ldi. Aytish mumkinki, polimerning xossalariga bog'liq bo'lgan adgeziya kattaligi o'z navbatida uning adsorbsion yoki chegaraviy qatlamdagi xossalariga ta'sir qiladi.

Adgezion bog'ning mustahkamligini oshirish va makromolekula zanjirini sirt bilan molekulyar kontakt nuqtalarini sonini oshirish makromolekula dagaligini oshirishga ya'ni makromolekula harakatchanligini kamayishiga olib keladi, bu esa sirtida makromolekula zanjirini joylanish sharoitlashini o'zgartiradi.

Endi adgezion birikma hosil bo'lishi davrida (vaqtida) nima yuz berishini ko'rib chiqamiz. Agar adgeziv sirtga eritma holida yoki suyuq smola holida surtilsa, birikma erituvchini parlanishi yoki suyuq adgezivni qotishi mobaynida vujudga keladi. Bunda molekulyar harakatchanlikni kamayishi hisobiga sirtning namlanish sharoitlari va zanjirini sirt bilan ta'sirlanish sharoitlari o'zgaradi. Dag'al polimer zanjiri xuddi kichik monomer molekulari yoki oligomer kabi sirtga moslasha olmaydi va ulardan qattiq polimer adgeziv hosil bo'ladi. Demak, polimer zanjiri qanchalik dag'al bo'lsa va zanjir bilan sirtini o'zaro ta'siri katta bo'lsa, sistema shunchalik muvozanatdan chiqib boradi. Bunda polimerni sirti bilan o'zaro ta'siri va qotirish sharoitlari bilan bog'liq ravishda adgezivda ichki kuchlanish paydo bo'ladi. Agar zanjir egiluvchan bo'lsa, u sirtga yaxshi moslashib oladi, sirt bilan makromolekula kontakt nuqtalari soni ko'p bo'ladi. Adgeziv strukturasi shakllanish jarayoni shuningdek sirtqi qatlamni shakllanishi makromolekula xossalari bilan bog'liq ravishda ma'lum vaqtni talab qiladi. Shuning uchun, adgezivni qotirish jarayonini qotirish tezligi bilan polimerni sirtida muvozanatini urnatish tezliklari orasidagi eng qulay nisbatida olib borish kerak. Agar muvozanatsiz struktura hosil bo'lsa, adgezion bog'ning mustahkamligi kichik bo'ladi, chunki muvozanatsiz strukturada yuzaga kelgan ichki kuchlanish makromolekulani sirtidan ajratib olishga intiladi. Shuning uchun to'ldiruvchi sirti qanchalik tekis bo'lsa, polimer adgeziv bilan qattiq sirt orasidagi nuqtalarni soni shunchalik ko'p bo'ladi. Adgeziv bog' mustahkamligini oshirish fazalar orasidagi kuchlanishlarni kamaytirish xisobiga erishiladi.

Demak, polimer bilan to'ldiruvchi sirti orasida adgezion bog'ni mustahkamligini oshirish, fazalar orasidagi molekulararo ta'sir kuchlarini ortishiga olib kelib, bu o'z navbatida GJM xossalarini yaxshilanishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun hozirgi kunda polimer bilan to'ldiruvchi orasida kuchli

adhezion bog' hosil qilish uchun polimer adheziv tarkibiga ba'zi funksional faol guruxlar kiritish xisobga adhezion bog' mustahkamligini oshirish maqsadga muvofiq. Buning uchun polimer bilan to'ldiruvchi orasidagi bog'ning tabiatini bilish lozim.

Polimer bilan to'ldiruvchi orasidagi bog'ning tabiati va uni adheziviyada tutgan o'rni. Adheziviyani adsorbsion nazariyasidan ma'lumki, fazalar orasidagi ta'sir kuchlarini tabiatini o'zgartirib, adhezion bog'ni mustahkamligini oshirish mumkin. Bu ta'sir kuchlarini yaxshilashni quyidagi usullari mavjud:

1. To'ldiruvchini kimyoviy modifikatsiyalash, ya'ni to'ldiruvchi sirtiga maxsus moddalar bilan ishlov berish.
2. Fizik modifikatsiyalash (payvandlash).
3. To'ldiruvchi sirtiga polimer appretlari bilan ishlov berish.

1chi usul. To'ldiruvchiga maxsus moddalar bilan ishlov berish. Bu usulda dispers yoki armirolovchi to'ldiruvchilar polimer bilan mustahkam bog' hosil qilish uchun ularga maxsus moddalar-appretlar yordamida ishlov beriladi. Turli xil modifikatorlarni (appretlarni) tanlash va ular bilan to'ldiruvchi sirtini to'yintirish orqali fazalar orasidagi chegaradagi bog'lar tabiatini, shuningdek adsorbsion va adhezion ta'sirni, hamda PKM xossalari boshqarish mumkin. Masalan, shisha, uglerod tolali yoki boshqa shunga o'xshash to'ldiruvchilar sirtini maxsus moddalar appretlar bilan qoplamasdan turib, yaxshi xossalarga ega bo'lgan PKMlar olish mushkul. Shisha tolalar sirtini amalda maxsus appretlar bilan qoplanganda, shisha sirtida yangi aktiv guruxlar hosil qilinib, polimer adheziv bilan mustahkam bog' hosil qilishiga erishiladi. Shisha tolani appretlash shishadagi gidroksil guruhlari bilan appretlovchi modda funksional guruxlari orasida kimyoviy jarayon olib borishga asoslangan.

Shunday kilib, shisha tola sirtida polimer bog'lovchi bilan yaxshi ta'sirlasha oladigan hamda shisha tola bilan kimyoviy bog' orqali birikkan appret qatlamni hosil qilinadi. Tanlangan appretlar polimer bilan ham kimyoviy ta'sirda bo'la oladigan guruxlarga ega bo'lishi kerak. Demak, 2 ta qatlam, ya'ni to'ldiruvchi bilan qoplangan appret qatlami, appret qatlami bilan kimyoviy bog'langan polimer qatlami vujudga keladi. Ba'zan appretlovchi moddalar polimer bog'lovchi bilan to'ldiruvchi sirti orasida kimyoviy bog' hosil kilmasdan ham adhezion bog'ni mustahkamlashi amalda kuzatilgan.

2 chi usul. Oddiy fizik modifikatsiyalash usuli. Bu usul appretlarsiz polimer bilan to'ldiruvchi sirtida tugridan-tugri o'zaro ta'sir hosil qilish xisobiga boradi (payvandlash).

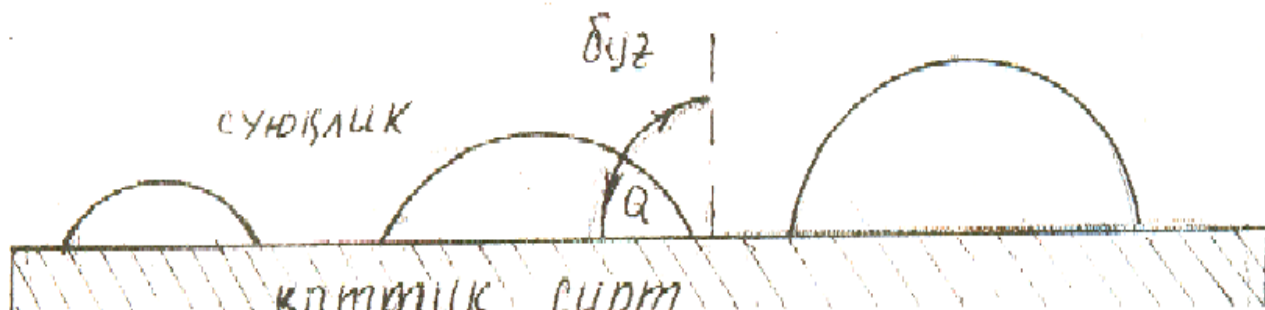
Shu bilan birga adhezion bog'ning mustahkamligi faqat polimer bilan to'ldiruvchi orasidagi kimyoviy va fizik bog'larni hosil bo'lish xoliga qarab belgilanib kolmasdan, balki bu bog'larni zanjirda tarqalishi harakteri va soni bilan ham belgilanadi, Chunki yuqorida aytib o'tganimizdek polimer bilan to'ldiruvchi orasidagi bog'lar soni qanchalik ko'p bo'lsa, ya'ni ular bir-biri bilan ko'proq nuqtalarda kontaktda bo'lsa, bog'larning o'ta mustahkamligi makromolekula harakatchanligini kamaytirib, ichki kuchlanishni oshishiga, hamda sirtida turli nuqsonlar paydo bo'lishiga olib keladi,

3 chi usul. Hozirgi kunda tolasimon to'ldiruvchilar asosida olingan PKMLar yaratishda polimer appretlaridan foydalanish katta ahamiyat orasida kimyoviy bog' hosil qilmasdan adgezion bog'ni mustahkamlanadi. Bu xodisani polimerlar aralashmasida oralik qatlamni vujudga kelishi bilan tushuntiriladi. Bu usulda adgezion bog'ni mustahkam bo'lishi fazalararo chegaraviy qatlamda ichki kuchlanish sharoitlarini o'zgarishga olib kelishi bilan tushuntiriladi. Ya'ni polimer (1) asos bilan to'ldiruvchi sirtiga ipshov berilayotgan polimer (2) bir biriga kiruvchi to'rlar xosil qiluvchi polimerlar (vzaimopronikayushie setki).

Shuningdek dispers to'ldiruvchi sirtiga sirt faol moddalar bilan ishlov berish ham adgezion bog' mustahkamligini oshiradi.

Adgeziyaning termodinamik nazariyasi. Yuqorida aytib o'tganimizdek adgeziyaning adsorbsion nazariyasi adgeziya hodisasi jarayonida adgezion birikma hosil bo'lishida ro'y berayotgan fizik hodisalarni tushuntirib va ularni oldindan aytib bera oladi. Lekin bu nazariya fazalar orasidagi chegarada ta'sir qiluvchi kuchlar tabiatni bilgan holda adgezion bog' mustahkamligini boshqarishni tushuntirib bermaydi. Adgeziyaning termodinamik nazariyasi fazalar orasidagi chegarada adgezion ta'sir qiluvchi kuchlar tabiati, hamda adgeziya kattaligi bilan kontaktdagi jismlar molekulyar parametrlari kasb etmoqda. Bu usulda tolasimon to'ldiruvchilar sirtini polimer appretlar bilan qoplash orqali, to'ldiruvchi bilan polimer bog'lovchi miqdoriy nisbatlarini tushuntirib beruvchi, sirt xodisalari termodinamikasiga asoslangan (termodinamik) molekulyar nazariyadir. Bu nazariya agar to'ldiruvchi qattiq bo'lsa - qattiq sirtni suyuqlik (agar polimer suyuq bo'lsa) bilan namlanishiga asoslangan. Namlanish va oqish mustahkam adgezion o'zaro ta'sir hosil bo'lishining asosiy shartlaridan biridir. Bunda adgeziyaning termodinamik ishi (termodinamicheskaya rabota) ikki sirt yopishishini yengishga va ularni ajratishga sarf bo'ladigan ishdir. Shuning uchun bu ish kontaktda bo'layotgan jismlarni termodinamik karakteristikallari bilan bog'liq.

Agar sirtga  $Q$  - chet burchak orqali suyuqlik tomchisini tushirsak, bu tomchini sirdan olish uchun qattiq - suyuq sirtni qattiq-gaz sirtga almashtiruvchi kuch sarf qilish kerak bo'ladi.



$$W_A = \gamma_{\kappa\tau} + \gamma_{\text{сн}} - \gamma_{\kappa\text{с}} \quad (1)$$

$W_A$  – birlik yuzadagi dgeziya kuchi  
 $\gamma_{q,t}$  – qattiq sirtning sirt tarangligi  
 $\gamma_{s,p}$  – suyuq sirtning sirt tarangligi  
 $\gamma_{q,s}$  – fazalar orasidagi energiya

$$\gamma_K - \gamma_{Kc} = \gamma_c \cdot \cos Q$$

Demak, adgeziya ishi  $Q$  - chet burchak namlanish va suyuq adgezivni sirt tarangligi orqali aniqlanadi. Suyuqlik qatlamini bo'zishga sarf bo'ladigan energiya (kogeziyon buzilish uchun)  $W_K = 2 U_s$  ga teng bo'ladi. Agar chet burchak  $Q \sim 0$  ga teng bo'lsa, u adgeziya ishiga teng bo'lib qoladi.  $Q = 0$  bo'lgan holatda adgeziv suyuqlik sirtini butunlay namlaydi.

$$W_A = \gamma_c - \gamma_c \cdot \cos Q = (1 + \cos Q)$$

Agar  $Q = 0$  bo'lsa,  $W_K \sim W_A$  bo'ladi. Agar  $Q > 0$  bo'lsa, tulik bo'lmagan namlanish, bunda adgezion buzilish oson bo'ladi, chunki bunda  $w_A > w_K$  bo'ladi.

$$W_A = \gamma_c - \gamma_c \cdot \cos Q = (1 + \cos Q)$$

Yuqorida keltirilgan nisbatlarga qarab adgeziyani shpini oson baxolash va tushintirish mumkin. Lekin buni murakkab tamoni shundaki, qotirilgan adgeziv xuddi suyuqlik adgeziyasi kabi adgeziyaga emas, ya'ni qattiq adgeziv sirt tarangligi suyuqlik sirt tarangligidan farq qiladi. Shuning uchun adgeziyaning termodinamik ishini to'g'ri baxolash uchun tenglikka qattiq adgeziv sirt tarangligini ham kiritish lozim. Adgeziya buzilishi ko'pincha fazalararo chegaraviy qatlamda boshlanganligi uchun u adgezivga nisbatan ba'zan kogeziyon, ba'zan aralash harakterga ega. Agar buzilish jarayoni qattiq sirt bilan adgeziv orasidagi chegarada sodir bo'lsa, adgeziyani yaxshilash uchun adgezivni kogeziyon mustahkamligini oshirish lozim bo'ladi.

Demak termodinamik nuqtai nazaridan qaraydigan bo'lsak kogeziyon mustahkamlikni oshirish yo'llarini qidirish lozim ekan.

Tayanch so'z va iboralar.

Adgeziya, yelimlash, adgezion birikma, qattiq sirt, suyuq sirt, dag'al polimer zanjiri, egiluvchan zanjir, makromolekulalar egiluvchanligi, adgezion bog' mustahkamligi, appretlar, polimer appretlari, termodinamik ish, sirt tarangligi, kogeziyon ish, fazalar orasidagi energiya, adgezion buzilish.

Qaytarish uchun savollar.

1. Adgeziya nima?
2. Polimerlar adgeziyasi haqida qisqacha tushuncha.
3. Adgeziyaning adsorbtsion nazariyasini gapirib bering.
4. Polimer va to'ldiruvchi orasidagi bog'ni tabiati adgeziyaga qanday ta'sir ko'rsatadi.
5. Adgeziyaning termodinamik ishi qanday parametrlarga bog'liq bo'ladi?

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Lipatov Yu.S. Kompozitsionnye polimernye materialy. Kiev, "Naukova dumka", 1976, 192s.
2. Lipatov Yu.S. Fizicheskaya ximiya napolnennyykh polimerov. M, "Ximiya" 1977g. 305s.
3. Lipatov Yu.S. Budushee polimernyykh kompozitsiy. Kiev. "Naukova dumka", 1984g. 135s.
4. Lipatov Yu.S. Mejfaznyye yavleniya v polimerax. Kiev, "Naukova dumka", 1980g. 260s.

## **MA'RUZA-6**

### ***Polimerlar va to'ldiruvchilar orasidagi bog'ning tabiati va uni adgeziyada tutgan o'rni***

#### **Reja**

1. Adgezivni kogeziyon mustahkamligini oshirish. Yangi adgezivlar yaratish.
2. Kuchsiz chegaraviy qatlamlar va ularni adgeziyada tutgan o'rni.

Adgeziyaning termodinamik nazariyasidan ma'lumki adgeziyon buzilish kamdan-kam xollarda ayni fazalar orasidagi chegarada ro'y beradi, ya'ni u adgezivga nisbatan qat'iy kogeziyon harakterga ega. Agar buzilish protsessi adgeziv qatlamida, ya'ni uni qattiq sirt bilan bo'linish chegarasida ro'y beradi, deb xisoblasak, adgezivni yaxshilash uchun adgezivning kogeziyon mustahkamligini oshirish kerak bo'ladi. Bu yerda sirt bilan adgezivni adsorbsion ta'sirda bo'lishida qatlamning mexanik xossalarni o'zgarishini inobatga olish zarur bo'ladi. Demak yangi adgezivlar yaratishida yoki adgeziyon bog' mustahkamligini oshirishda chegaraviy qatlamda adgezivni kogeziyon mustahkamligini oshirish yullarini izlash muammosi turadi. Ko'p komponentli polimer sistemalarida fazalar orasidagi xodisalarni taxlil qilish adgezivlar yaratishda yangicha yondoshishga imkon yaratadi. U polimer komponentlarini sirti bilan selektiv ta'sirida bo'ladi degan fikrga asoslanadi. PKMlar tarkibidagi turli komponentlar kimyoviy tabiati va sirtga moyilligi (srodstvo) bilan farq qilganligi uchun ular qattiq sirtida turlicha adsorbirlanadi.

Bu selektivlik-ko'p komponentli sistemalar adgeziyasiga ta'sir qiluvchi asosiy omillardan biridir, Selektivlik-fazalar bo'linish chegaralarida va bu ta'sir natijasida sistema komponentlarni xajmda va sirtqi qatlam orasida tarkalishida namoyon bo'ladi. Yangi adgezivlar yaratishni bir necha xil yo'llarini taklif qilish mumkin.

Adgeziyani oshirishni birinchi yo'li polimer kompozitsiya tayyorlashda bog'lovchi sifatida oldindan dispers to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan bog'lovchilardan foydalanish, ya'ni bog'lovchi sifatida mustaqil PKMlarni ishlatish. Bunda murakkab kompozitsion material yaratilib, uni tarkibida armirlangan komponent qattiq jism, hamda qo'shimcha kuchaytiruvchi komponent dispers to'ldiruvchi bo'ladi. Bu yerda dispers to'ldiruvchi, dispers to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan PKMlardagi xossalardan farq qiladi. Eng avvalo bu kompozitsiyada dispers to'ldiruvchini miqdori kam bo'ladi. Armirlangan to'ldiruvchidan farqli, u bog'lovchi komponentlari bilan moyillikka (srodstvogo) ega bo'lishi kerak. Yaratilgan PKMlarda 2 xil qattiq sirt (armirlangan va dispers to'ldiruvchilar sirti) va 2ta sirtki qatlam mavjud bo'ladi, ya'ni dispers to'ldiruvchi sirtida va armirlangan tola sirtidagi qatlam mavjud bo'ladi. Bog'lovchi komponentlariga turlicha moyillikka (srodstvogo) ega bo'lgan ikki xil sirtidagi kimeviy tabiati bilan farq qiluvchi to'ldiruvchilarni mavjudligi bog'lovchini sirtida ularni turlicha taqsimlanishiga olib keladi (pereraspredelenie). Ma'lumki texnik bog'lovchi tarkibidagi quyi molekulyar fraksiyalar bo'lib, u bog'lovchi xajmidan qattiq sirt ustiga ko'chib chiqishi mumkin (migrirovatsya). Agar quyi molekulyar fraksiyalar dispers to'ldiruvchi bilan ta'sirlanishiga moyil bo'lsa, bog'lovchini

asosiy qismi va armirlangan bo'ldiruvchi ustidagi sirtqi qatlam bu quyi molekulyar fraksiyalardan ozod bo'ladi. Bu esa aini vaqtda sirtqi qatlamni bir tekis va nuqsonsiz bo'lishiga shu bilan birga eng asosiysi sirt tarangligi kichik moddalar-KMBlardan ozod bo'lishi xisobiga bog'lovchini sirt tarangligini oshiriladi. Ma'lumki, kogeziyon ish sirt tarangligi bilan bog'liq bo'lib, sirt tarangligini ortishi avtomatik ravimda kogeziyon mustahkamlikni oshishiga olib keladi. Shunday qilib, bu usulda asosiy vazifa sirtlarni tanlash, ya'ni ikki jismni sirt energiyalarini ma'lum nisbatini tanlash vazifasi turadi. Shu nuqtai nazardankaraydigan bo'lsak, kichik sirt enegiyasiga ega bo'lgan bog'lovchilar (ya'ni kukunsimon) va dispers to'ldiruvchilarni ishlatish juda yaxshi natijalarni beradi. Bunda kogeziyon mustahkamlikni kamaytiruvchi quyi molekulyar fraksiyalar va aralashmalardan ozod bo'lishga erishiladi.

Adgeziyani oshirishni keyingi yo'li - PKMga kam miqdorda boshqa xil polimer qo'shish bilan adgeziyon mustahkamlikni oshirish. Bu usul yuqorida aytib o'tganimizdek PKMlar qovushqoqligini kamayishiga, hamda PKMlar mustahkamlik xossalarini yaxshilanishiga olib keladi. PKM qovushqoqligini kamayishi molekulyar kontakt shakllanishini yengillashtiradi. Chunki qovushqoqlikni kamayishi tolasimon to'ldiruvchini namlanishini yaxshilaydi (propitka). Adgeziyani oshirish va yangi adgeziyalar yaratish aynan ana shy xodisaga asoslangan. Bunday PKMlar ichidagi kam miqdorda qo'shilgan bog'lovchi hamda asosiy bog'lovchilar ikkinchi avlod bog'lovchilari deyiladi. Ikkinchi avlod bog'lovchilari yaratib adgeziyani oshirish va yangi adgezivlar yaratishga bir-birida o'zaro erimaydigan ikki xil polimer asosida adgezivlar yaratish misol bo'la oladi. Bunday polimerlar nisbati ularni mustahkamlik xossalarini turlicha ortib borimi bilan tanlanadi.

Polimer gibrid bog'lovchilarni ikkinchi avlod bog'lovchilari deyiladi. Ularni ishlatish PKMlarni bir qancha xossalarini yaxshilaganligi uchun ularni ishlatish ravnaqli. Bu xossalarga dinamik kuchga chidamlilik, ichki kuchlanishni keskin kamaytirish kabilar misol bo'la oladi. Gibrid bog'lovchilarni ishlatishni yana bir guruxi - kogeziyon mustahkamlikni oshirish uchun ikki xil polimerni aralashmalari, ya'ni bir-biriga turlari o'tuvchi polimerlar hosil qilish kiradi (polimer turlari). Bu holatda ham 2 xil polimerni xossalarini boshqarish bilan turli xususiyatlarga ega bo'lgan polimer kompozitsion materiallar yaratim mumkin. Bunday bir-biriga turlari o'tuvchi polimerlar - ya'ni adgezivlar shakllanishida tur hosil qiluvchilarni bir vaqtda lekin turli tezliklarda qotishi ro'y berganligi uchun adgeziyon birikma shakllanishini birinchi bosqichda polimerlardan biri to'rsimon uch o'lchovli struktura hosil qiladi. Hosil bo'lgan turlar shakllanayotgan adgeziyon birikmani dastlabki mustahkamlik xossalari ta'minlaydi. Ayni vaqtda 2 chi tur hosil qiluvchi komponentlar plastifikator o'rnini bosib, adgezivdagi ichki kuchlanishni kamaytiradi. Ikkinchi bosqichda keyingi turni butunlay kotishi ro'y beradi. Bu turni hosil bo'lishi tezligi nisbatan kichik bo'lganligi uchun bu jarayonda ichki kuchlanish paydo bo'lmaydi.

Shunday qilib, adgeziyon mustahkamlikni oshirish 2 ta omil tufayli amalga oshadi. Birinchi omil bir-biriga o'tuvchi to'rsimon polimerlar asosida adgezivni

kogezion energiyasini oshirish. Ikkinchi omil - adgezion birikma shakllanishida ichki kuchlanimlarni kamaytirish.

Demak - ikkinchi avlod bog'lovchilarni yaratish, ya'ni polimerlar aralashmasi asosida PKM yaratish ham ularni xossalarini yaxshilanishiga olib keladi.

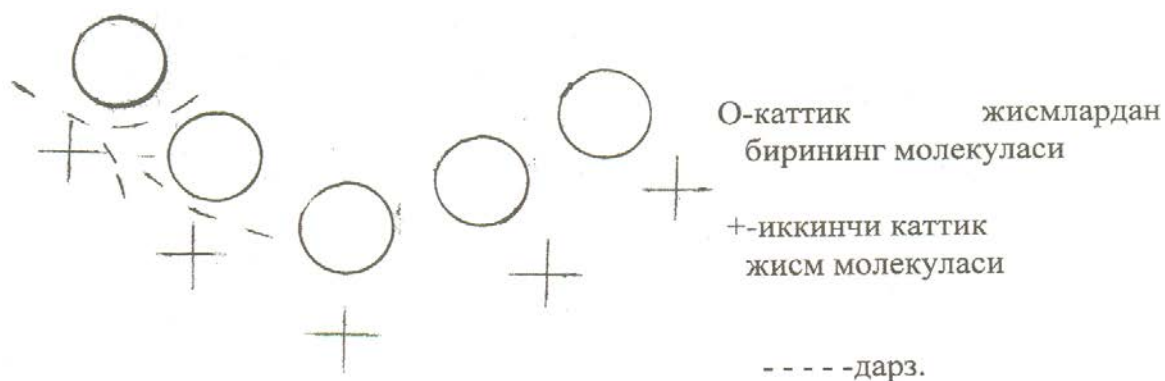
PKM xossalarini yaxshilash uchun yangi adgezivlar yaratishni yana bir turi bog'lovchilar tarkibiga yaxshi namlanishga yordam beradigan maxsus moddalar qo'shish usuli ham kiradi. Ko'pgina bog'lovchilarga sirt faol moddalar qo'shib smola sirtidagi sirt tarangligini kamaytirish va ularni yaxshi namlanishiga erishish mumkin. Bunda sirt aktiv moddalarni bog'lovchilar tarkibiga kirgazish bilan bog'lovchini sirt bilan kontaktlari yaxshi bo'lishi xisobga adgezion mustahkamlikni oshirish mumkin. Lekin bu usulni o'ziga yarasha kamchiliklari ham mavjud. Yuqorida aytib o'tganimizdek, sirt tarangligi kattaligini kamayishi xisobiga adgeziya ishi kamayadi. Bundan tashqari, sirt faol moddalar molekulari fazolar ajralish chegarasida qattiq sirt bilan kontaktda bo'lib, qattiq sirtida adsorbsion qatlam hosil qiladi, bu qatlam esa bog'lovchi bilan to'ldiruvchi orasida molekulyar kontaktda to'sqinlik qiladi. Bu sirt aktiv modsdalar hosil qilgan qatlamini mustahkamligi kichik bo'lganligi uchun adgezion birikmalarning buzilishi ko'pincha shu yerdan yuzaga keladi.

Shuning uchun hozirgi kunda bu kamchilikni oldini olish uchun reaksiya qobiliyatiga ega bo'lgan sirt faol moddalarni ishlatish maqsadga muvofiq. Bu sirt faol moddalar bog'lovchi bilan kimyoviy ta'sirlanish qobiliyatiga ega bo'lib, bog'lovchi molekulari bilan 1 ta uch o'lchamli tur hosil qila oladi. Sirt faol moddani ta'sir qilishi quyidagicha:

Birinchi bosqichda sirt faol modda sirt faollik funksiyasini bajaradi, ya'ni bog'lovchini namlanish sharoitlarini yaxshilab, bog'lovchi bilan to'ldiruvchini molekulyar kontaktini yaxshilanishiga olib keladi. O'z vazifasini bajarib bo'lgandan so'ng sirt faol moddani bu sistemada turishi yuqorida aytib o'tganimizdek endi adgezion bog' mustahkamligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Ana shu vaqtda ikkinchi bosqich boshlanadi. Ya'ni sirt faol modda bog'lovchi bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadi, ya'ni uch o'lchovli turlar hosil qiladi. Ikkinchi bosqichda sirt faol modda sirt faollik funksiyasini bajarmaydi. Sirt faol modda hosil kilgan qatlami kimyoviy jarayon tufayli sirt qatlamiga shimilib ketadi. Bunday bog'lovchilar ham gibrid PKMlarga misol bo'ladi.

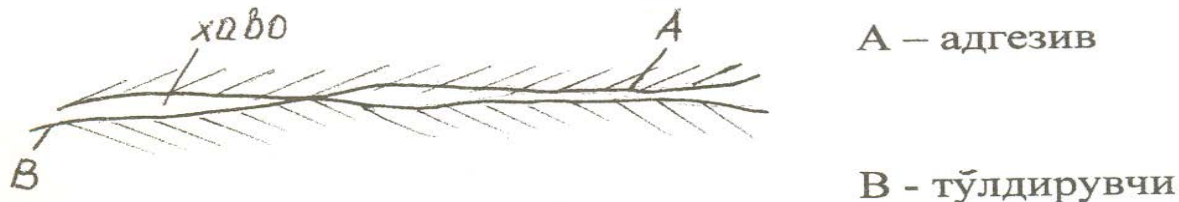
Demak PKM xossalarini yaxshi bo'lishi uchun gibrid bog'lovchilar ya'ni polimer aralashmalaridan foydalanish katta ahamiyatga ega ekan. Shu bilan birga adgezion birikmani bo'zulishi fazalar chegarasida ro'y berar ekan. Shuning uchun kuchsiz chegaraviy qatlamlar ularni adgeziyada tutgan o'rni, adgezivni sirtqi qatlamlarini xossalarini o'rganish va ularni boshqara olish PKM xususiyatlarini yaxshilanishiga olib kelar ekan.

Ko'pgina olimlar tamonidan o'rganilishiga adgezivni qat-qat bo'lib ko'chishi darz paydo bo'lishi bilan yuzaga keladi, ya'ni bunda turli tipdagi molekularga ajralish sodir bo'lmaydi. Bu paydo bo'lgan darz borgan sari o'sib boradi va butun yelimlangan qatlam bo'lib tarqaladi. Bu hosil bo'layotgan darzni fazolar orasidagi chegaradan uzoqligi shu chegarada ta'sir qiluvchi kuchlar radiusidan bir necha barobar katta. Rasmda qattiq jismlar orasidagi darzni paydo bo'lishi tasvirlangan.



Hosil bo'layotgan darz turli yo'nalishida tarqalishi mumkin. Lekin bu yo'nalish 2 ta fazani ajralishiga olib kelmaydi. Chunki adgeziv va sirtni bir-biriga tortib to'rgan kuchlar adgezivni 2 molekulasini tortilib turgan kuchdan ko'p marta katta. Shuning uchun 2 qattiq jism orasidagi ta'sir qiluvchi kuchlar bo'linish jarayonida qatnashmaganligi uchun 2 ta qattiq jismlarni bir-biridan ajratib olish mumkin emas. Demak bo'zish (darzni paydo bo'lishi) chegaradan uzoqda ro'y beradi, shuning uchun adgezion birikmani buzilishiga olib keluvchi kuchlanish jismlarni haqiqiy adgeziyasiga bog'liq bo'lmaydi. Shu yerda kuchsiz chegaraviy qatlam konsepsiyasi paydo bo'ladi. Ikki sirt bir-biriga yopishganda, ya'ni adgezion birikma hosil bo'lishida 2 ta sirt fazalari emas, balki 3 ta faza ishtirok etadi.

Bular adgeziv, to'ldiruvchi va ular orasidagi muxit (xavo) fazasidir.



Suyuq bog'lovchi notekis sirt bo'ylab tarqalganda ular orasida paydo bo'lgan xavo yaxshilab chiqarib tashlanmasa, bu joyda adgeziv buzilishi uchun markaz paydo bo'ladi. Xavodan va adgezivni o'zidan sirtga turli quyi molekulyar aralashmalar tushadi. Adsorbsiyani selektivligi tufayli ular bo'linish chegarasida to'planib, sirtga mexanik mustahkam bo'lmagan sirtki qatlam hosil qiladi. Ma'lumki, sirtlarni o'zi ham (adgeziv qoplanadigan) yetarli darajada toza emas, ya'ni turli kimyoviy reaksiyalar mahsulotlari (ya'ni metal sirtidagi kuchsiz oksid qatlam) va turli aralashmalarga ega. Yuqorida keltirilgan omillar, ya'ni 2 qattiq sirtlar fazalari orasidagi oblastda ta'sir qilayotgan omillar natijasida kuchsiz chegaraviy qatlamlar hosil bo'lib, bu qatlamlardan adgezion birikmani buzilishi ro'y beradi. Sanab o'tilgan kuchsiz chegaraviy qatlamlarni hosil bo'lishiga olib keluvchi omillar asosan texnologik omillarga bog'liq, ya'ni bog'lovchi tarkibida turli aralashmalarni bo'lishi, yopishadigan sirtlarni toza emasligi (KMBlar fraksiyasi), 2 sirtni yopishish shart-sharoitlariga bog'liq. Shuning uchun 2 faza

(to'ldiruvchi va bog'lovchi) orasidagi xaqiqiy adgezion buzilish kam holatlarda ro'y beradi. Ya'ni u adgezion yoki aralash adgezion-kogezion harakterga ega.

Ma'lumki, PKMlarda polimer bog'lovchi materialni deformatsiyasi vaqtida kuchlanishni butun armirlovchi tola yoki dispers to'ldiruvchi bo'lakchalariga uzatish vazifasini bajaradi. Shuning uchun adgezion ta'sirni birinchi vazifasi ular orasidagi kontakti yaxshilashdan iborat. Hosil bo'layotgan kuchsiz chegaraviy qatlamlar to'ldiruvchi va bog'lovchini kontaktiga xalaqit berib, ularni mustahkam yopishishiga ta'sir ko'rsatadi, bu esa PKMlar eksplutatsion xossalariga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Chunki kuchsiz chegaraviy qatlamlarni hosil bo'lishi adgezion birikmani buzilishiga, ya'ni adgezion birikmada nuqsonlar paydo bo'lishiga olib keladi. Shuning uchun tarkibiga to'ldiruvchi qo'shilgandan so'ng polimer bog'lovchi strukturasi qanday o'zgarish ro'y berishini o'rganish PKMlar eksplutatsion xossalarini yaxshilanishiga sabab bo'ladi.

#### Tayanch so'z va iboralar.

Adgezion bog', selektivlik, quyi molekulyar aralashmalar, kichik sirt energiyasiga ega bo'lgan bog'lovchi va to'ldiruvchilar (kukunsimon), oldindan to'ldirilgan bog'lovchilar, polimer to'ldiruvchilar, polimer gibrid bog'lovchilar, ikki polimer aralashmasi, bir-biriga turlari o'tuvchi bog'lovchilar, sirt faol moddalar, kuchsiz chegaraviy qatlamlar.

#### Qaytarish uchun savollar

1. Selektivlik nima va uni adgeziyaga ta'siri.
2. Adgeziyani oshirishda oldindan to'ldirilgan polimer bog'lovchilar ishlatishni ahamiyati qanday?
3. Adgeziyada ikkinchi avlod bog'lovchilarni tutgan o'rni?
4. Bir-biriga turlari o'tuvchi gibrid bog'lovchilarni adgeziyani oshirishdagi vazifasini mohiyati haqida gapirib bering.
5. Bog'lovchilar tarkibiga sirt faol moddalarni kushish adgezion bog' mustahkamligiga qanday ta'sir ko'rsatadi.
6. Kuchsiz chegaraviy qatlamlar hosil bo'lishi qanday omillarga bog'liq?

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Lipatov Yu.S. Kompozitsionnye polimernye materialy. Kiev, "Naukova dumka", 1976, 192s.
2. Lipatov Yu.S. Fizicheskaya ximiya napolnennyyx polimerov. M, "Ximiya" 1977g. 305s.
3. Lipatov Yu.S. Budushee polimernyyx kompozitsiy. Kiev. "Naukova dumka", 1984g. 135s.
4. Lipatov Yu.S. Mejfaznyye yavleniya v polimerax. Kiev, "Naukova dumka", 1980g. 260s.

## **MA'RUZA-7**

### ***Qoplama hosil qiluvchi polimerlar asosida lok-bo'yoq materiallar turlari va olinish usullari.***

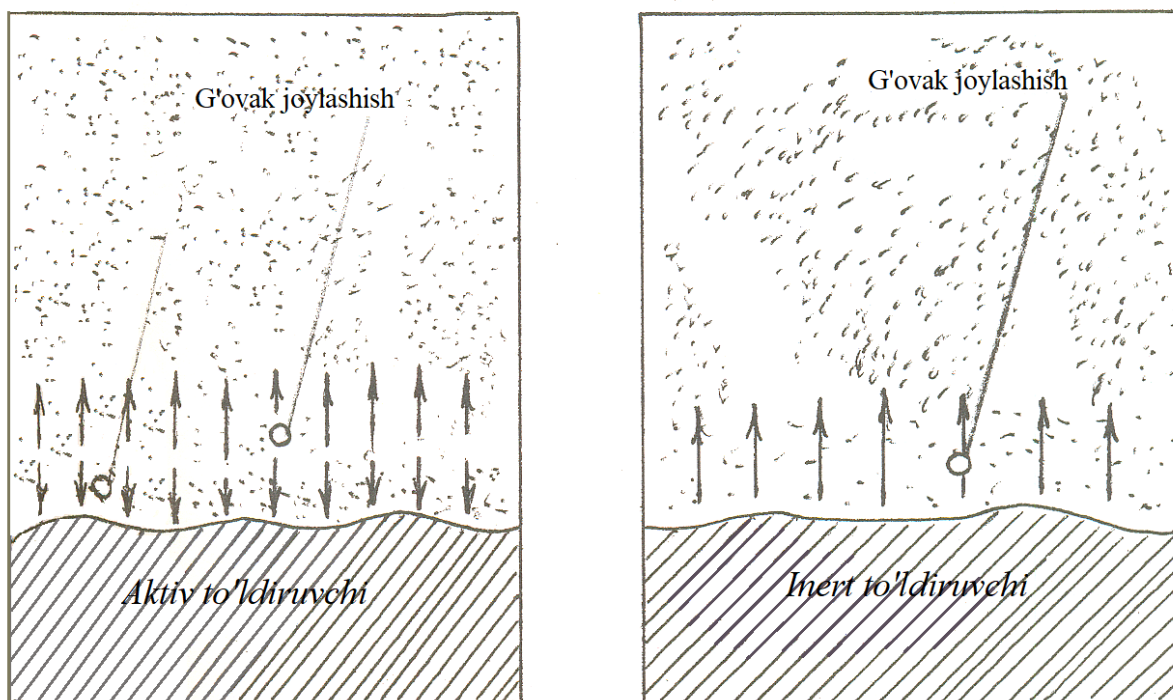
Reja.

1. Sirtki qatlam hosil bo'lishida makromolekula segmentlarini o'rni.
2. Ikki hil to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan sistemalar uchun massa ko'chish xodisasi.
3. PKMlar mustahkamlik xossalarini to'ldiruvchi turiga va miqdoriga qarab o'zgarishi.

Adsorbsiya nazariyasidan bizga ma'lumki, polimerlarni qattiq sirtida adsorbsiyasi adsorbirlangan makromolekulalar bog'larini konformatsiyasini o'zgarishiga olib keladi. Hosil bo'lgan adsorbsion qatlam strukturasi juda murakkab bo'lib, bu struktura qatlamni hosil bo'lish sharoitlariga bog'liq. Adsorbsiyalangan zanjirlarni konformatsiyasini o'zgarishi, bu molekulyar harakatchanlikni keskin pasaytirishidir. Shu bilan birga molekulyar harakatchanlik bu makromolekulalarni sirtqi qatlamda o'zaro joylashishini (saramjonlanishini) va polimerlar struktura hosil bo'lishini asosiy omillaridan biridir. Adsorbsiya mexanizmi adsorbsiyada faqat sirt bilan kontaktda bo'lgan makromolekulalar emas, balki sirtidan o'zokroqda joylashgan makromolekulalar ham o'z harakatchanligini o'zgartirishini tushuntiradi). Bu o'zgarish fazalar orasidagi o'zaro ta'sir energiyasi, bog'lar egiluvchanligi, polimerni o'zidagi molekulalararo ta'sir (kogeziya energiyasi) bilan belgilanadi. Polimer va qattiq sirt fazalari chegarasidagi fizik-kimyoviy xodisalarni o'rganish PKMlar xossalarini shakllanishida amaliy ahamiyatga ega. Chunki hamma PKMlarda u qanday to'ldiruvchi bilan (armirlangan yoki dispers) to'ldirilgan bo'lishidan kat'iy nazar sirtki qatlam hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan sirtki qatlamda polimerni to'ldiruvchi ta'siridagi yangi strukturasi shakllanadi. Polimer material strukturasi eritmadan, korishmadan (rasilav) yoki kimyoviy reaksiya jarayonida shakllanishiga qarab, makromolekulalarni segmentlarini struktura hosil bo'lish markaziga shartli ravishda issiqlik harakati bilan amalga oshadi. Lekin bu massani oqimi struktura hosil bo'lish markazining statik taqsimlanganligidan biror yunalishiga karatilgan bo'ladi.

Massa ko'chish polimer xajmida ta'sir qilayotgan kogeziyon kuchlar hamda polimerni to'ldiruvchi bilan kontaktda sodir bo'layotgan adgeziyon kuchlar farqiga qarab yo sirtiga karatilgan yoki sirtga ters karatilgan bo'ladi.

Ikki xil aktiv va inert to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan PKMda to'ldiruvchilar sirtlari yaqinida chegaraviy qatlam shakllanishini ko'rib chiqamiz.



Aktiv va inert to'ldiruvchilar sirlari yaqinida chegaraviy qatlam shakllanish sxemasi.

Polimerlarni sirtida jiplashishi (zich joylashishi) polimerni chegaraviy qatlam xosil bo'lishi, qatlamdagi polimerni xossalari uni aynan o'zini xossalaridan farq qiladi.

Agar adgezion ta'sir (kichik bo'lsa, rasmdagi b holat massa ko'chish sirtidan polimerga qaratilgan bo'ladi. Molekulalarni g'ovak joylashishi 2 xil to'ldiruvchi bilan to'ldirilgan holatlarda ham hosil bo'ladi. 2 chi holatda (inert to'ldiruvchi) g'ovak qatlamni hosil bo'lishi makromolekulalar joylashish jarayonini tugamaganligi, zichlikni bir maromda o'zgarib borishi bilan bog'liq. Lekin ikkala holatda ham polimer matritsani turli fraksiyalarda bo'lishi va ular tarkibida turli aralashmalar borligini ham nazarda tutish kerak.

To'ldirish jarayonidagi morfologik o'zgarishlarni keyingi rasmda ko'rish mumkin.

To'ldirishni dastlabki, birinchi bosqichda to'ldiruvchilar dispers bo'lganligi uchun fazoviy getrogenlik yuzaga keladi.

Ikkinchi bosqichda esa chegaraviy qatlam hosil bo'ladi. Ikkala holatda ham to'ldiruvchilar dispers bo'lganligi uchun ikki bosqich ham 2 xil to'ldiruvchi uchun bir xilda kechadi, ya'ni anik farq bo'lmaydi.

Avval kompozitsiyani ba'zi xossalari va mustahkamligi bir oz pasayadi, keyin esa aktiv va inert to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan kompozitsiyalar sirtki qatlamlarida farq sezila boshlaydi.

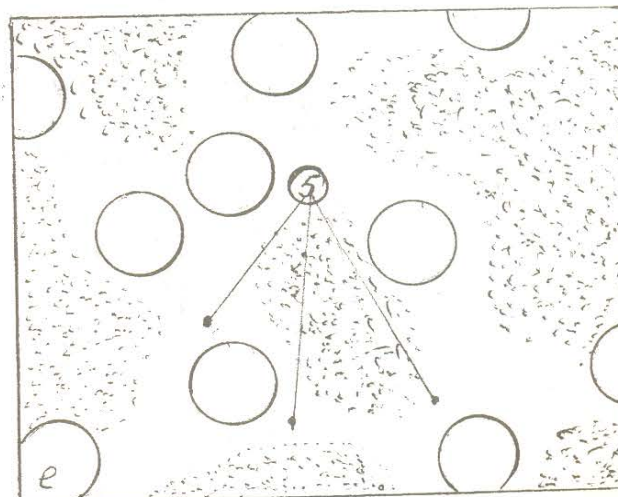
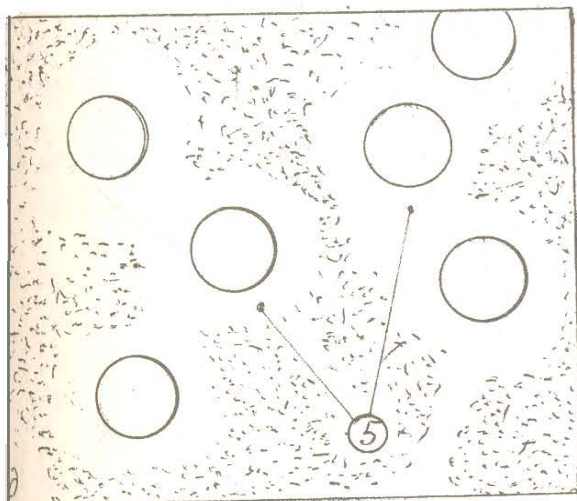
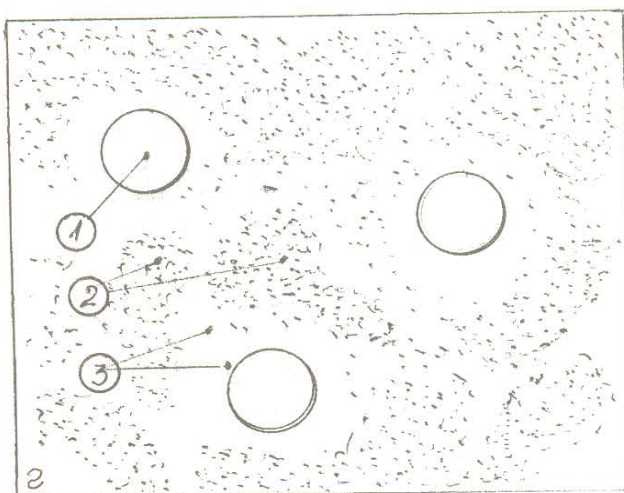
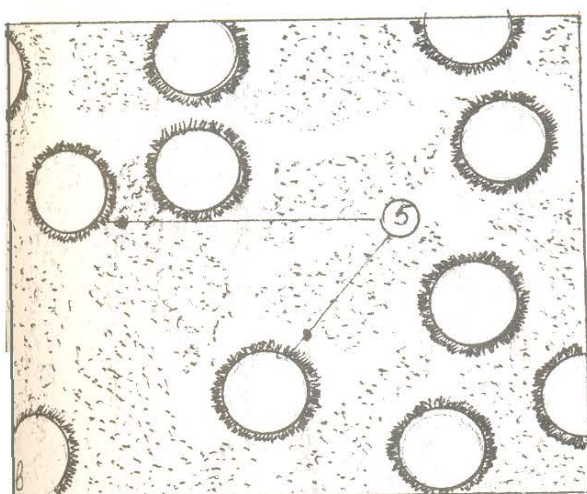
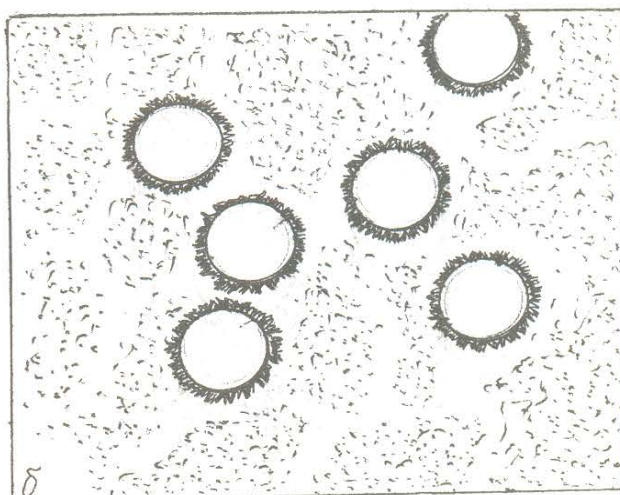
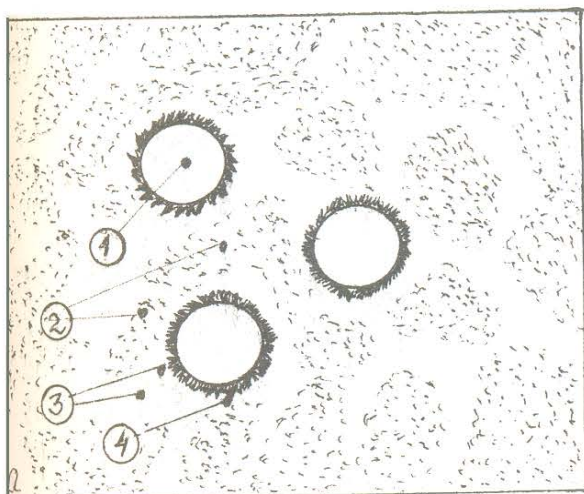
Asosiy farq bunda aktiv to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan sistemalarda koagulyasion strukturalar hosil bo'la boshlaydi. Bu koagulyasion strukturalarini elementlari to'ldiruvchi bo'laklarni qatlamini zich (jism) joylashgan yerlari bo'lib xizmat qiladi. (rasmdagi "b" holat).

Bu sistemalarni mustahkamligi polimer mustahkamligiga nisbatan katta bo'ladi. To'ldiruvchini jips (mustahkam) chegaraviy qatlam bilan fazoviy "karkas" hosil qilgan zaxotiyok kompozitsiyani mustahkamlik xossalari yaxshilana boshlaydi.

Inert to'ldiruvchi bilan to'ldirilgan sistemalarda jips (mustahkam) chegaraviy qatlamni mavjud emasligi uchun PKMlar mustahkamlik xossalarini pasayishi kuzatiladi.

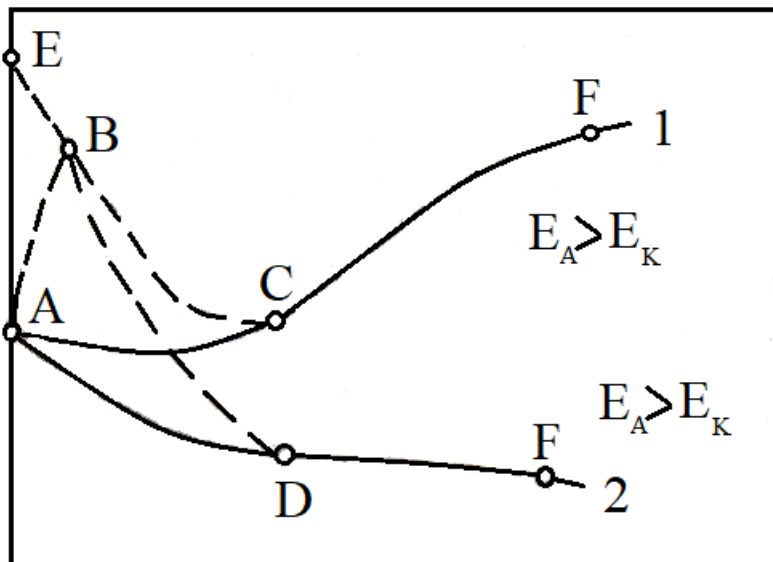
Aktiv to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan sistemalarda mustahkamlikni ortib borish ma'lum kritik konsentratsiyagacha davom etib, so'ngra ularni yomonlashuvi kuzatiladi. Shuning uchun to'ldiruvchini optimal miqdorini tanlash bilan bog'liq. Agar optimal miqdordan ko'p qo'shilsa, polimerni PKM dagi miqdori kamayib ketganligi uchun polimer metritsa o'z yaxlitligini yo'qotadi (rasmdagi "v" holat)

To'ldiruvchi konsentratsiyasini ortib borishi bilan polimer mustahkamlik xossalarini o'zgarib borish quyidagi grafikda ko'rsatilgan, Bundan ikki xil to'ldiruvchi bilan to'ldirilgan PKM xossalarini o'zgarishi keltirilgan.



To'ldirishdagi morfologik o'zgarishlar:

1. To'ldiruvchi, 2. Tartiblangan makroxajm, 3. Tartibsiz zonalar,
4. Adsorbsion qatlam, 5. Zichligi past bo'lgan kuchsiz joylar.



Birinchi holatda  $YEA > YEK$   
 Ikkinchi holatda  $YEA < YEK$   
 adgezion mustahkamlik  $YEA$   
 kogezion mustahkamlik  $YEK$

Ikkinchi holatda fazalar chegarasida adgezion mustahkamlik kogezion mustahkamlikdan kichik bo'ladi. Bu holat ba'zi boshqa sistemalarda ham kuzatiladi. Ya'ni ba'zan aktiv to'ldiruvchi bilan to'ldirilgan polimer kompozitsiyalarda polimer to'ldiruvchi bilan tugridan-tugri adsorbsion kontaktda bo'la olmagan holatlarda ham bo'ladi.

Yana ba'zi sistemalarda to'ldiruvchi sirtida xali struktura shakllanmasdan oldin oraliq qatlam hosil bo'lib, bu qatlam ham polimerni to'ldiruvchi bilan tug'ridan-tug'ri kontaktda xalaqit beradi. Bunday qatlamlarni kompozitsiyaga modifikator sifatida qo'shilgan sirt faol moddalar yoki quyi molekulyar moddalar hosil qiladi. Bunday sistemalar uchun polimer kompozitsiya xossalarini o'zgarib borishi grafikda punktir bilan ko'rsatilgan. Polimer xajmidagi turli quyi molekulyar aralashmalar PKMlar mustahkamligini pasaytirish Ye nuqtadan A nuqtagacha o'zgarib boradi.

To'ldiruvchi qo'shilishi bilan fazalararo sirtini hosil bo'lishi dispers faza aralashmalari bilan adsorbegshon "fiksatsiya" paydo bo'ladi. Bunda struktura elementlari ko'pgina nuqsonlaridan xalos bo'lib, kompozitsiya mustahkamroq bo'la boshlaydi. Egri chiziqda AV ekstremal uchastka paydo bo'lib, bu oraliqda aralashmalarni fazalararo oblastga o'tganligi munosabati bilan mustahkamlik xossalarini ortib borishi kuzatiladi.

Bu effekt qoplamalarga to'ldiruvchi qo'shilganda ham adgezion mustahkamlikni oshishiga sabab bo'ladi. VS va VV uchastkalarida dispers to'ldiruvchi (zarrachalarini) konsentratsiyasi ortib borishi bilan turli aralashmalar tutgan sistemalar uchun ham, aralashmalar bo'lmagan sistemalarda ham bir xil bo'ladi. Bunday adsorbsion kuchaytish mexanizmi tufayli birinchi navbatda polimerni amorf fazalarini tarkibi o'zgaruvchanligi xisobiga amorf ya'ni oraliq zonalar o'zgaradi.

Shunday qilib polimerni to'ldiruvchi sirti bilan o'zaro boshnashida asosiy effektlar to'ldiruvchi qo'shilishi bilan boshlanadi. Dispers to'ldiruvchi miqdori kam qo'shilgan oblastlarda struktura hosil bo'lishi yuqori normallashtirish (normirovanie) va polimerni amorflanishi harakterli. Undan so'ng

modifikatsiyalash effekti adsorbsion mexanizm orqali amalga oshadi, bu jarayo'nda strukturani boshqarish quyi molekulyar aralashmalarni to'ldiruvchi sirti yaqinidagi fazalararo oblastida bog'lanishi orqali amalga oshadi. Undan tashqari kuchaytirish effekti dispers to'ldiruvchini o'ziga kos bo'lgan mexanizmlarini paydo bo'lishi bilan ham bog'liq.

Tayanch so'z va iboralar.

Massa ko'chish, sirtki qatlam strukturasi., molekulyar harakatchanlik, faol va inert to'ldiruvchi, jips chegaraviy qatlam, g'ovak tag qatlam, to'ldirish jarayonida morfologik o'zgarishlar, adgezion mustahkamlik, kogezion mustahkamlik, quyi molekulyar aralashmalar.

Qaytarish uchun savollar.

1. Makromolekula segmentlari sirtqi qatlam strukturasi hosil bo'lishida qanday o'zgarishlarga uchraydi? Massa ko'chish adgezion va kogezion kuchlar tabiatiga qarab qanday yunalishida bo'ladi?
2. Massa ko'chish xodisasini ikki xil to'ldiruvchi bilan to'ldirilgan sistemalar uchun tushuntirib bering.
3. To'ldirish jarayonida qanday morfologik o'zgarishlar kuzatiladi?
4. To'ldiruvchi turiga va konsentratsiyasiga qarab PKM mustahkamlik xossalari o'zgarib borishini tushuntirib bering.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Lipatov Yu.S. Kompozitsionnye polimernye materialy. Kiev, "Naukova dumka", 1976, 192s.
2. Lipatov Yu.S. Fizicheskaya ximiya napolnennyy polimerov. M, "Ximiya" 1977g. 305s.
3. Lipatov Yu.S. Budushee polimernyy kompozitsiy. Kiev. "Naukova dumka", 1984g. 135s.
4. Lipatov Yu.S. Mejfaznyye yavleniya v polimerax. Kiev, "Naukova dumka", 1980g. 260s.

## 8-MA'RUZA

### *Termoplast va reaktoplastlar asosida polimer kompozitsion materiallar yaratishning o'ziga xos usullari*

1. Reja Yuqori elastik holatidagi polimerlarni dispers to'ldiruvchilar bilan kuchaytirish mexanizmi.
2. Reakto- va termoplastlarni kuchaytirish mexanizmi.
3. Tolasimon to'ldiruvchilar bilan kuchaytirish mexanizmi.

To'ldiruvchilarni kuchaytirish harakatlari mexanizmini tushunish, o'rganish PKM fizik-mexanik xossalarini yaxshilash nuqtai nazaridan juda katta ahamiyatga ega. Kuchaytirish mexanizmini PKM xossalariga ta'sirini faqat bir nuqtai nazardan bir tomonlama tushuntirish mumkin emas. Bunda material xossalariga ta'sir qiluvchi barcha omillarni: polimer va to'ldiruvchining kimyoviy tabiatini, to'ldiruvchi turini (dispers, tolasimon, mato), polimerning fazaviy holatini, polimerni sirtga adgeziyasini to'ldirilgan polimerni eritmadan yoki suyuqlanmadan shakllash (mahsulot olish) sharoitlarini, suyuq bog'lovchini qotirish sharoitlarini, vulkanlash sharoitlarini va shu kabi omillarni xisobga olish juda muhim. Shuningdek dispers va tolasimon armirlovchi to'ldiruvchilar bilan polimerlarni kuchaytirish mexanizmlari ham bir-biridan tubdan farq qiladi. Shu bilan birga kuchaytirish mexanizmi PKMdan qanday sharoitda foydalanilayotganligi, ya'ni rezina kabi yuqori elastik holatidami yoki ko'pgina termoreaktiv bog'lovchilar va termoplastlar asosida olingan kompozitsiyalarga o'xshash shishasimon yoki kristall holatda foydalanilishiga ham bog'liq.

Agar ko'pgicha PKMlarda to'ldirilish darajasini yetarli darajada yuqoriligini xisobga olsak, ularda polimerni ko'proq qismi, ya'ni oraliq qatlamga o'tgan qismini to'ldiruvchi qo'shilmagan qismidan ko'ra boshqacha xossalarga ega ekanligini kuzatish mumkin. Tabiiyki PKM xossalarini to'g'ri tushinish va oldindan bilish uchun bu materiallardagi sirtki qatlam strukturasi o'ziga xos xususiyatlarini, bu strukturaga ta'sir qilayotgan omillarni, zarda bu sirtki qatlam o'zini xossalarini tushinish lozim. Bu omillardan tashqari, PKMni kuchaytirish mexanizmini o'rganganda avvalo birinchi navbatda polimerni qattiq sirtiga adgeziyasi, ya'ni polimer va qattiq sirt orasidagi chegaradagi bog'lar tabiatini bilish muhim. Chunki polimerni sirt bilan o'zaro (kimyoviy va fizik) bog'lanishi deformatsiya harakterini va to'ldirilgan polimerni buzilishi kabi xossalarni aniqlaydi. Polimerni qattiq faza (to'ldiruvchi) zarrachalari (bo'lakchalari) bilan ta'siri zarrachalari sirtidagi va sirt yaqinidagi kuchlanishlar to'planishlari (konsentratsiyasini) sharoitlarini aniqlaydi. Muxit (polimer) va zarrachalar (to'ldiruvchi) orasidagi chegaradagi kuchlanishlar konsentratsiyasi orasidagi farq material buzilishiga va siljish kuchlanishlarini rivojlanishiga to'sqinlik qiladi.

### **Quyida turli xil holatdagi polimerlarni har xil to'ldiruvchilar bilan kuchaytirish mexanizmlarini ko'rib chiqamiz**

Yuqori elastik holatdagi polimerlarning dispers to'ldiruvchilar bilan kuchaytirish mexanizmi.

Dispers to'ldiruvchilar bilan kuchaytirish mexanizmi asosan to'ldiruvchini polimer fazadagi miqdori bilan bog'liq. To'ldiruvchi zarrachalarini asta-sekin polimer fazada tarqalishi va ularni polimer molekulari bilan bog'lanib borishi bilan polimer to'rlarini zichlashishi kuzatiladi. Makromolekulalarni sirt bilan bog'larini tarmoqlangan strukturali turlarni qo'shimcha tarmog'i deb qarash mumkin. Bu qo'shimcha strukturalanish choklanish darajasini ortib borishi bilan to'ldirilgan sistema mexanik xossalarini o'zgarib borishini aniqlaydi. To'ldiruvchini konsentratsiyasini ortib borishi bilan to'ldiruvchi zarrachalarini polimer muhitida zanjirsimon struktura hosil qilib borishi va kuchaytirish qiymatini o'sib borishiga olib keladi. To'ldiruvchini zanjirsimon struktura hosil qilib borish darajasi qancha katta bo'lsa, kuchaytirish effekti shunchalik katta bo'ladi.

Olimlarning olib borgan izlanishlari, kauchuk muxitida aktiv to'ldiruvchini zarrachalari sirtini energetik turli-tumanligi bilan bog'liqligini ko'rsatdi.

Zanjirsimon strukturani kuchaytirish harakati-bu struktura elementi bo'lib kauchuk molekularini orientirlovchi matritsa ekanligidadir.

To'ldiruvchi zarrachalari va polimer orasidagi bog' dastlab tartibsiz holatda bo'lib, bu bog'lar deformatsiya jaraenida goh uzilib va qaytadan yangi holatga tiklanib turadi, bunda kuchlanishlarni bir joydagi relaksatsiyasi (mestnaya relaksatsiya) sodir bo'ladi. Kauchuk va to'ldiruvchi orasidagi bog' qancha mustahkam bo'lsa, kuchaytirish harakati shunchalik katta bo'ladi, chunki deformatsiyalar natijasida va undan keyin keladigan makromolekulalar orientatsiyalanishi uzilish uchun yetarli bo'lgan kuchlanishlarni kuchayishi ro'y beradi. Shunday qilib, kuchlanishlarni to'g'rilanishi zanjirsimon strukturani mustahkam bo'lib borishi to'ldirilgan rezinalar mustahkamligini ortishiga olib keladi. Dispers to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan kauchuklar mustahkamligini ortib borishiga yana mahsulotni buzilishiga olib keladigan darzlar tarqalish karakterini o'zgarishi ham sabab bo'ladi.

Shunday qilib, yuqori elastik holatdagi polimerlarni kuchaytirishni asosiy omillari: polimer kimyoviy tabiatining o'ziga xosligi va uni to'ldiruvchi zarrachalari sirti bilan kuchli molekulararo ta'siri, shuningdek to'ldiruvchi zarrachalari bilan ikkilamchi struktura hosil bo'lishi, materialni tuzilishiga olib kelmaydigan deformatsiya natijasida molekular strukturasini qayta qurish to'r strukturasini buzish ya'ni polimer va to'ldiruvchi orasidagi bog'larni uzish, to'ldiruvchi zarrachalarini shakli va o'lchami, ularni taqsimlanishi va agregatsiyasi kabilarni xisoblash mumkin.

### **Termo- va reaktoplastlarni dispers to'ldiruvchilar bilan kuchaytirish mexanizmi**

Shishasimon holatdagi polimerlarni dispers to'ldiruvchilar bilan kuchaytirish mexanizmi yuqori elastik holatdagi polimerlarni kuchaytirish mexanizmidan keskin farq qiladi, chunki shishasimon holatda polimerlar deformatsiyalanishi rezinaga o'xshab yuqori emas.

Bu holatdagi kuchaytirishning asosiy omili to'ldiruvchi zarrachalari orasidagi qattiq qatlamlarda polimer xossalarini o'zgarishidir.

To'ldirilgan plastiklarda to'ldiruvchi miqdorini ortib borishi polimerni yupqa sirtki qatlamga o'tib borishi bilan mustahkamlikni ortib borishi kuzatiladi. Bunday PKMlarda to'ldiruvchini mustahkamlikka ta'siri nuqsonlarni qattiq sirtida statik taqsimlanishi bilan bog'liq. Kuchaytirish harakati darzlar chetida sharoitini o'zgarishi bilan kuchlanishlar relaksiyasi va polimerlarni armirlangan to'ldiruvchilar bilan kuchaytirish dispers sistemalarda to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan sistemalardan keskin farq qiladi. Bu holatda sistema mustahkamligiga asosan armirlovchi material strukturasi ta'sir ko'rsatadi.

Armirlash element polimer muxitga bog'liq bo'lmagan xolda deformatsiya vaqtida kuchni o'ziga qabul qilib, oluvchi yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan materialdir. Kuchaytirish effekti ko'pincha armirlovchi materialni o'zini strukturasi, materialni olinish texnologiyasi kabi omillarga bog'liq. Lekin shu bilan birga kuchaytirish effektini polimer ishtirokisiz faqat mexanik omillarni xisobga olgan holda tushuntirish ham to'g'ri emas. Chunki shishaga o'xshash qattiq jism bo'lgan armirlovchini strukturasi faqat bog'lovchini qayishqoqlik xossalari bilan qo'shilganda o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'ladi. Chunki bu sistemalarda polimer bog'lovchi materialga ta'sir qilayotgan kuchlarni bir tekisda taqsimlanishni va armirlangan polimerda hamma tolalarni baravar ishlashini ta'minlaydi.

Shuning uchun bu yerda polimer va to'ldiruvchining fazalararo chegaradagi o'zaro ta'siri katta o'rin tutadi.

Bir tomonga yo'naltirilgan armirlangan tolaga kuchlanish berilganda hamma tolalar cho'zilib, bir vaqtda ularni kundalang yo'nalishda siqilishi yuz beradi. Deformatsiya vaqtida polimer sirtiga nisbatan yuqori adgeziyaga ega bo'lgan tola siqilganda butun sirt bo'ylab o'zini o'rab turgan plenkadan ajralib chiqishi yoki uni ham cho'zish kerak bo'ladi.

Shunday qilib, tortishdagi cho'zilish tortayotgan kuchni yuzaga keltirib, bu tolani cho'zilishiga qarshilik ko'rsatadi. Bu kuchlanishlar polimerni o'zini xossalari va uni sirtga adgeziyasi bilan aniqlanadi. Demak, strukturani deformatsiya davrida buzilishi uchun faqat hamma armirlovchi tolalar mustahkamlik yig'indisini yengib qolmay, balki ko'ndalang siqilishga qarshilik qilayotgan kuchlarni ham yengish kerak bo'ladi.

Armirlash tola mustahkamligidan to'liq foydalanish bog'lovchini tola bilan birgalikda to'liq ishlashini ta'minlovchi yuqori adgeziyaga ega bo'lgan holatda mumkin bo'ladi.

Tola va polimer qoplamasi birgalikda yuqori kuchaytirish effektiga erishish uchun tola va polimerlarni qayishqoklik modullari 1:10 nisbatda bo'lishi kerak. Shuningdek polimer va tolaning ham cho'zilishdagi uzilish nisbatlarini hisobga olish zarur.

Agar polimer mustahkam va qattiq bo'lib, cho'zilishdagi uzilish kichik bo'lsa, armirlovchi sistemani buzilishi qattiq polimer buzilishi bilan boshlanadi. Chunki deformatsiyada polimerni cho'zilishi tola cho'zilishidan orqada qolib boradi. Agar polimer bog'lovchi elastik bo'lsa va katta cho'zilishga ega bo'lsa,

armirlangan sistema ham fursatidan oldin buzila boshlaydi, bu holatda ham ko'pgina tolalarni polimer bilan birgalikda ishlashini ta'minlay olmaydi.

Bog'lovchi muhit toladan ilgari buzilmasligi, kuchlanishlarni taqsimlanish qobiliyatiga ega bo'lmasligi kerak.

Plastiklarni kuchaytirish mexanizmida polimer va to'ldiruvchi orasidagi chegaradagi ishqalanish kuchlari ham katta rol o'ynaydi, chunki bu ishkalanish kuchlari polimerni qotirish jaryonida kirishishi (usadka) natijasida yuzaga keladi. Polimer bog'lovchini sirt bilan kontaktda bo'layotgan qatlamdagi kuchlanish va qayishqoqligi asosiy o'rin tutadi.

Armirlangan sistemalarda qattiq jismi mustahkamligini polimerni qayishqoqlik xossalari bilan qo'shilishi yuz beradi. Polimer bog'lovchini vazifasi kuchlanishlarni ko'shni tolalarga uzatib, kuchlanishni to'g'rilash va yana to'ldiruvchini optimal makrostrukturasini yaratish. Bu makrostruktura mahsulotni olish jaryonida yaratiladi. Demak bu yerda asosiy muammo mahsulotni tolalarni qat'iy bir kuch ostida joylashtirish va teng kuchlanishli sistema yaratish, bog'lovchi esa bunda ikkinchi darajali.

Armirlanuvchi materialni buzilishga polimerni tola sirtidagi chegaraviy qatlam strukturasi va bo'linish chegarasidagi mikroskopik nuqsonlar katta ta'sir ko'rsatadi. Turli g'ovaklar va notekis joylarda kuchlanishlarni to'planishlari yuz berib, shu yerlarda darzlar paydo bo'ladi. Agar polimer va to'ldiruvchi orasidagi bog'ning adgezion mustahkamligi polimer kogezion mustahkamligiga yaqin bo'lsa, tola yuzaga kelayotgan (paydo bo'layotgan) darzni keyinga surib boradi va tolani smola bilan kontakt sirti buzilmay qoladi.

### Tayanch so'z va iboralar

Polimer va to'ldiruvchining kimyoviy tabiati, polimerni sirtga adgeziyasi, dispers, armirlangan va polimer to'ldiruvchilar asosida olingan PKMlar polimerlarni yuqori elastik holati, ularni dispers to'ldiruvchilar bilan kuchaytirishda to'ldiruvchini miqdori, zanjirsimon struktura hosil bo'lishi, kuchaytirish effekti, kauchuk va to'ldiruvchi orasidagi bog' to'ldiruvchi zarrachalari shakli va o'lchami, to'ldiruvchi zarrachalari orasidagi qattiq qatlam, bu qatlamda polimer xossalari o'zgarishi, to'ldiruvchi zarrachalarni struktura hosil qilishi, armirlangan to'ldiruvchilar, tolaning cho'zilishi, armirlangan tola mustahkamligi polimer bilan tolaning optimal nisbatlari, kayishqoqlik moduli, tolalarni bir kuch ostida joylashtirish polimer va to'ldiruvchi orasidagi bog'ning adgezion mustahkamligi, polimer to'ldiruvchilar, komponentlarni termodinamik mos emasligi, oraliq qatlam paydo bo'lishi, to'ldiruvchi zarrachalari o'lchami, to'ldirilgan sistemalarda 3 xil fazaning mavjudligi.

### Qaytarish uchun savollar

1. Polimerni to'ldiruvchilar bilan kuchaytirish deganda nimani tushunasiz?
2. Yuqori elastik holatdagi polimerlarni dispers to'ldiruvchilar bilan kuchaytirish mexanizmini tushuntirib bering.

3. Termo- va reaktoplastlarni dispers to'ldiruvchilar bilan kuchaytirish mexanizmi qanday omillarga bog'liq?
4. Armirlangan to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan sistemalarni kuchaytirish mexanizmi qanday?

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Lipatov Yu.S. Kompozitsionnye polimernye materialy. Kiev, "Naukova dumka", 1976, 192s.
2. Lipatov Yu.S. Fizicheskaya ximiya napolnennykh polimerov. M, "Ximiya" 1977g. 305s.
3. Lipatov Yu.S. Budushee polimernykh kompozitsiy. Kiev. "Naukova dumka", 1984g. 135s.
4. Lipatov Yu.S. Mejfaznye yavleniya v polimerax. Kiev, "Naukova dumka", 1980g. 260s.

## 9-MA'RUZA

### *Elastomerlar asosida polimer kompozitsion materiallar yaratishning o'ziga xos usullari*

Reja.

1. Mikroheterogenlikni yuzaga kelish sabablari.
2. Mikroheterogenlikni turlari.
3. Mikroheterogenlik harakterli bo'lgan sistemalar.

PKMni mikroheterogenligini o'rganish fazalararo va sirtqi qatlamlar strukturasi fizik-kimyoviy nazaryasini eng asosiy aspektlaridan biridir.

Yuqorida ko'rib o'tganimizdek fazalararo chegarada yuz beradigan jarayonlar polimerlarni fazalar orasida hosil bo'lgan qatlamlaridagi xossalarni o'zgarishiga olib keladi.

PKM qanday to'ldiruvchi bilan to'ldirilishidan qat'iy nazar, unda bir-biridan keskin farq qiluvchi ikki xil faza mavjudligi uchun, u heterogendir. Mana shu heterogenlik bilan bir katorda mikroskopik darajada PKM strukturasi turli jinslilik sirtki va fazalararo qatlamda polimer xossalarni o'zgarishi bilan bog'liq. Organik tola yoki dispers polimer to'ldiruvchi bilan hosil silingan PKMda to'ldiruvchi sirtida to'ldiruvchini aynan o'xshash xossalardan farq qiluvchi xossaga ega oraliq qatlam hosil bo'ladi.

Demak, PKMni shartli ravishda 3 fazali sistema deb qarash mumkin.

Bular:

- polimer fazasi
- to'ldiruvchi fazasi
- fazalararo qatlam fazasi (alohida xossalarga ega bo'lgan)

PKMni shartli ravishda bunday 3 xil fazaga bo'lish bu sistemani mexanik xossalarni nazariy tomondan xisoblab chikishga va PKM xossalari fazalararo ta'sirini baxolashga imkon yaratadi. Olimlarning izlanishlari, nazariy xisoblashlar PKMda fazalararo qatlamning mavjudligini xisobiga mikroheterogenlikni paydo bo'lishini kursatdi. Bu izlanishlar PKM xossalarni nafaqat baxolash, balki fazalararo qatlam tabiati va strukturasi o'zgartirib, PKM xossalarni o'zgarishiga imkon yaratadi.

Sistemada mikroheterogenlik qanday yuz beradi degan savol tug'ilishi tabiiy.

1) Agar oraliq qatlam holatiga polimerni ko'prok. qismi o'tgan bo'lsa, polimer faza va sirtki qatlamning xossalari bir xil bo'ladi. Bu holat ko'pincha yuqori darajada to'ldirilganPKMlarda ya'ni polimer qattiq. sirtida faqat yupkaqatlam holatida bo'lganda yuz beradi. Lekin bunda polimer faza o'zini barcha xossalarni namoyon qiladigan uning strukturasi xisobga olish juda muxim.

Fazalar bo'linish chegarasida yuz berayotgan sirt xodisalari sirtki qatlam xossalarni o'zgarib borishini uni bo'linish chegarasida yo'qolib borishi bilan bir tekis bog'liq ravishda o'zgarib bormasligini ko'rsatadi.

Ma'lum bo'lishicha sirtki qatlamda to'ldiruvchini ba'zi xossalari o'zgarib borsa, ba'zi xossalari o'zgarmay kolar ekan. Shuning uchun bu qatlamning turli tashqi ta'sirlarga (mexanik, issiqlik) reaksiyasi turlicha bo'ladi. Mana shu omillar sirtki qatlamni ma'lum darajada mikroeterogenligini ko'rsatadi.

2) Mikroeterogenlik paydo bo'lishining ikkichi omillari makromolekulalar formasini turli shaklda bo'lishi bilan bog'liq. Chunki makromolekulalar sirtidan o'zokda agregat holatida yoki u bilan tugridan-tugri ta'sirda bo'ladi. Makromolekulalarni sirtidan turli masofada joylashishi mikroeterogenlikni ikkinchi turini yuzaga keltiradi. Chunki bu molekulalarni joylashishini sirtki qatlam zichligini turlicha bo'lishini yuzaga keltiradi. Sirtki qatlam molekulyar xossalarni sirtga perpendikulyar ravishda monotop bo'lmagan holatda o'zgarishi molekulyar darajada mikroeterogenlikni paydo bo'lganligi bildiradi. Bu mikroeterogenlikni harakteri va sirtidan kay masofada joylashganligi to'ldiruvchi va polimerni sirti xossalari bilan bog'liq. Agar fazalararo chegarada adezil kuchli bo'lsa va polimer jismini o'zida molekulalararo ta'sir kuchlari katta bo'lsa, sirt ta'sirida xossalarni o'zgarishi ham sirtidan katta masofaga tarkaladi (o'zokrokka).

Shunday kilib, bu yerda kogeziya energiyasi ham katta urin tutadi. Chunki u xossalari o'zgaradigan sirtni qanday masofada to'rganini aniklab beradi.

Sirt ta'sirini molekulalararo kuchlar orqali molekuladan o'zatilish molekulyar darajada mikroeterogenlikni keltirib chiqaradi. Lekin shu bilan birga molekulyar xossalarni o'zgarishi sirt yaqinida polimer strukturasi (amorf yoki kristall) o'zgarishdan darak beradi.

Ko'pgina xollarda yaxshi kristallanuvchi polimerlarni makromolekulalar adsorbsion sirdagi molekulyar harakatchanligi tufayli yupka qatlamda yaxshi kristallanmaydi, ya'ni kristallanishga moyilligi kamayadi. Strukturaning molekulyar va ustmolekulyar darajada o'zgarishi struktura darajasida va ustmolekulyar darajada mikroeterogenlikni yuzaga kelishidan darak beradi

Yuqorida bog'lovchini qotirishdagi kimyoviy reaksiyasi sirtki kotlam kimyoviy strukturasi katta ta'sir qilishi haqida to'xtalib utgan edik. Molekulalarni sirtidan turlicha masofada turishi kimyoviy reaksiya tezligini komponentlar nisbatini (sirtidan tanlangan adsorbsiya xisobiga) o'zgarishiga olib keladi. Shunday kilib kimyoviy mikroeterogenlik yuzaga keladi.

Yuqorida keltirilgan mikroeterogenlikni turlari strukturaviy, molekulyar, ustmolekulyar, kimyoviy mikroeterogenliklar alohida sodir bo'lmaydi, ya'ni ular bir-biri bilan o'zviy bog'liq. Ya'ni kimyoviy mikroeterogenlik albatta molekulyar va ustmolekulyar geterogenlikka olib keladi.

Polimer-polimer sistemalarida mikroeterogenlikni kushimcha turlari ham kuzatiladi. Bu mikroeterogenlik ikki faza orasida strukturasis zonani paydo bo'lishi yoki diffo'zion «emulsion» oralik qatlam hosil bo'lishi bilan bog'liq.

Mikroeterogenlikni paydo bo'lishiga yana bir asosiy sabab, bog'lovchi va polimer fraksiyalari komponentlarini sirt faolliklari va sirt tarangliklarini orasidagi farqlarni mavjudligi tufayli yuzaga keladi. Bu kolloid-kimeviy mikroeterogenlik deb ataladi.

Sirt ta'sirida polimerni to'ldiruvchisiz hosil qilgan sirt qatlamdan farq qiluvchi sirtida komponentlar va fraksiyalarni taqsimlanishi yuzaga keladi. Bu esa o'z navbatida sirt xossalari va molekulyar massalarga bog'liq bo'lgan mikroeterogenlikni yuzaga keltiradi. Mikroeterogenlikni paydo bo'lishi sirtki va fazalararo qatlamda kogeziya energiyalarini yoki kogeziya mustahkamlikni turlichaligidan darak beradi.

Sirtki yoki fazalararo qatlam bir tekis mustahkamlikki ega emas, u mikroeterogen. Shu mikroeterogenlikni PKM xossalari o'rganishda xisobga olish zarur. Demak, mikroeterogenlikni paydo bo'lishini quyidagicha tasniflash mumkin:

1. Molekulyar mikroeterogenlik. Bu mikroeterogenlikni paydo bo'lishi fazalararo qatlamda turli fizik karakteristikalarni o'zgarishi bilan bog'liq. Ular polimer zanjirida makromolekulyar tuzilishni harakterlovchi omillar (termodinamik xossalari, molekulyar harakatchanlik, erkin xajm, joylashish zichligi, molekulalararo ta'sir darajasi kabilar).

2. Strukturaviy mikroeterogenlik. Bu mikroeterogenlik makromolekulalarni sirtki va oralik qatlamda fazoviy chegaradan turlicha o'zoklikda hamda bir-biriga nisbatan joylashish natijasida yuzaga keladi. Bu mikroeterogenlik amorf polimerlarda, yaqin masofada tartib va kristall polimerlarda kristallanish darajasi bilan bog'liq.

3. Ustmolekulyar mikroeterogenlik. Bu mikroeterogenlik sirtki qatlam va xajmdagi molekulalarning ustkurma strukturasi joylashishi va shakllanish harakteri bilan bog'liq.

4. Kimyoviy mikroeterogenlik. Bu mikroeterogenlik polimer molekulasi shakllanishiga bo'linish chegarasini ta'siri bilan bog'liq ravishda yuzaga keladi. Bu mikroeterogenlik yuqorida keltirilgan mikroeterogenliklarni vujudga kelishida kushimcha sabab ham bo'la oladi.

Yuqorida keltirilgan mikroeterogenlikni turi mineral to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan polimer sistemalari uchun harakterli. Shuningdek mikroeterogenlikni bu 4 turi polimer to'ldiruvchi bilan to'ldirilgan polimer sistemalari uchun ham urinli. Mineral to'ldiruvchi bilan to'ldirilgan polimer sistemalarida mikroeterogenlik faqat polimer - asosdagi fazalararo xodisalar tufayli vujudga kelsa, polimer - to'ldiruvchi polimer sistemalarida mikroeterogenlik polimer polimer-to'ldiruvchi va polimer komponentlari orasidagi oralik, qatlam xodisalar tufayli vujudga keladi.

5. Kolloid-kimyoviy mikroeterogenlik. Bu mikroeterogenlik turli molekulyar massali polimer fraksiyalarini turlicha sirt faolligi va sirt tarangligi tufayli yuzaga keladi.

Mikroeterogenlikni 5 xil turi quyidagi sistemalar uchun harakterli:

1. Dispers mineral to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan polimer sistemalari;
2. Komponentlari diskret yoki uzluksiz tarkalgan polimerlar aralashmasidan iborat ko'p fazali polimer sistemalari;

3. Dispers polimer to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan polimer sistemalari. Shuningdek polimer yelimlar, krplamalar, armirlangan plastiklar, ya'ni barcha PKM uchun harakterli. Bunda mikrogeterogenlik ba'zi holatlarda dispers muxitda polimer asosda paydo bo'lsa, ba'zi sistemalardan polimer dispers faza va polimer dispers muxitda vujudga keladi.

Polimerlar kimesi ilmiy izlanishlari Hozirgi kunda kelib, polimerlar xossalarini (asosan mexanik), ularning molekulari ustkurma strukturasiidan kelib chikdan xolda tushuntirib berishga ojiz bo'lsa ham mikrogeterogenlik haqidagi bu izlanishlar PKM xossalarini boshqarish ularni shakllanishni tushunishga yordam beradi.

#### Tayanch so'z va iboralar

Sintetik va tabiiy tolalar, polimer to'ldiruvchi va polimer asos, ulardagi fazalararo xodisalar, qo'shimcha mustahkamlik effekty, molekulararo ta'sir, molekulararo ta'sirni paydo bo'lishi, struktura shakllanish jarayonini pasayishi, oraliq qatlam paydo bo'lishi, bir polimerni ikkinchisidagi emulsiyasi, mikroemulsiya, kolloid-kimevii tamoyillar, emulsiya, qattiq emulsiya, qattiq suspenziya, qattiq eritma, gamogen holat, mikrogeterogen holat, geterogen holat, to'ldiruvchini sirtki qatlam strukturasiini o'zgarishi, tolaning formallash sharoiti, polimer komponentlarni bir-biri bilan kimyoviy bog' hosil qila olishi, mahsulotni shakllash va polimerni sintez qilish jarayonlarini birgalikda olib borish, to'ldiruvchi sirtining «tozalik» darajasi, sirtni kimyoviy turli tumanligi.

#### Qaytarish uchun savollar

1. PKMda qanday fazalar mavjud, bu fazalarni PKM shakllanishdagi o'rni qanday?
2. Molekulyar mikrogeterogenlik qanday yuz beradi?
3. Strukturaviy mikrogeterogenlik yuzaga kelishini tushuntiring.
4. Ustmolekulyar mikrogeterogenlikni yuzaga kelishi qanday omillarga bog'liq?
5. Mikrogeterogenlikni kolloid-kimyoviy turini tushuntiring.
6. Kimyoviy mikrogeterogenlikni paydo bo'lishi.

#### Foydalangan adabiyotlar

1. Lipatov Yu.S. Kompozitsionnye polimernye materialy. Kiev, "Naukova dumka", 1976, 192s.
2. Lipatov Yu.S. Fizicheskaya ximiya napolnennyyx polimerov. M, "Ximiya" 1977g. 305s.
3. Lipatov Yu.S. Budushee polimernyyx kompozitsiy. Kiev. "Naukova dumka", 1984g. 135s.
4. Lipatov Yu.S. Mejfaznyye yavleniya v polimerax. Kiev, "Naukova dumka", 1980g. 26

## 10-MA'RUZA

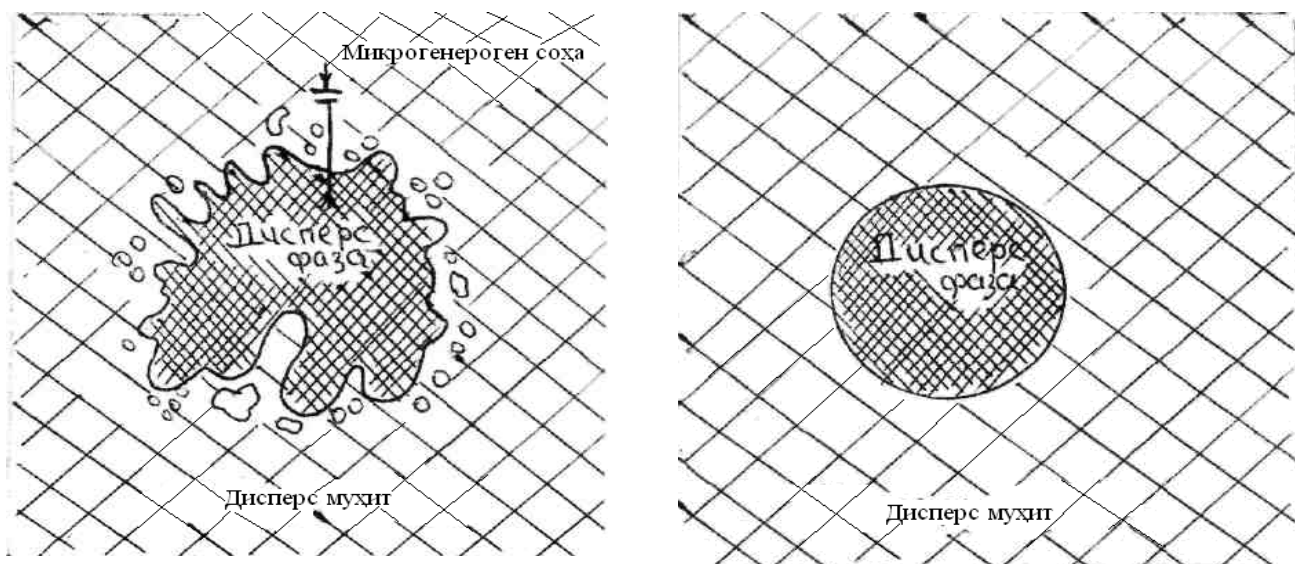
### Polimer kompozitsion materiallarning xossalari, reologiyasi

#### Reja

1. Mineral va polimer to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan PKMlar xossalari.
2. Ikki xil polimer aralashmalarida kontakt oblastlarni hosil bo'lishi.
3. PKMlarda 3 xil zonadagi holatlar.

Ma'lumki, polimer asos polimer to'ldiruvchi bilan tabiiy yoki sintetik tolalar bilan to'ldirilgan yoki bir-birida erimaydigan turli polimerlar asosida olingan turli xil kompozitsion materiallar juda keng qo'llaniladi. Chunki PKMlarda to'ldiruvchi sifatida ishlatiladigan tolasimon va dispers to'ldiruvchilar mineral to'ldiruvchilarga karaganda bir qancha afzalliklarga ega. To'ldiruvchi tola hamda bog'lovchi asos ikkalasi ham polimer bo'lganligi uchun bunday PKMda fazalararo xodisalar mineral to'ldiruvchi asosida olingan PKMdagi fazalararo xodisalardan keskin farq qiladi. Bunday PKMlarda bog'lovchi bilan to'ldiruvchi polimer bo'lganligi uchun ularni termik kengayish koeffitsienti bir-biriga yaqin bo'lganligi uchun sistemada termik kuchlanish pasayish xisobiga ko'shimcha mustahkamlik effekti yuzaga keladi. Nazariy tomondan, ya'ni termodinamika nuqtai nazaridan sirt energiyalari kichik bo'lgan ikki xil polimer fazalari uchun adgeziyani bo'lishi amalda mumkin emas. Lekin bu ikki faza chegarasida polimerlar uchun aynan xos bo'lgan oddiy molekulalararo ta'sirni mavjudligi, bu ikki faza orasida mustahkam bog'ni vujudga kelishiga sabab bo'ladi.

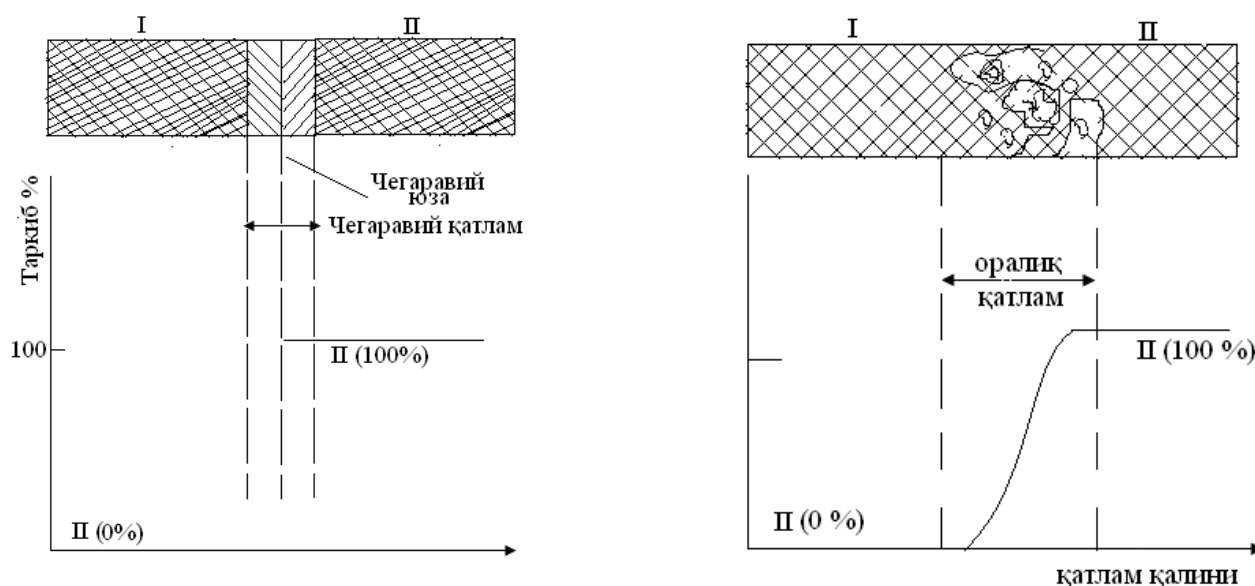
Bunday holatda fazalar bo'linish chegarasida ikki xil turdagi fazalararo qatlam paydo bo'ladi. Ikki xil polimer aralashmasi kontakt oblastlar sxemasi quyidagi rasmda ko'rsatilgan.



Polimer fazani polimer matritsada bo'lagi

Birinchi (a) xolatda komponentlarni o'zaro ta'siri va molekulalararo (fazalararo) ta'sirni paydo bo'lishi ikkala komponentda (to'ldiruvchi va bog'lovchi)da xam struktura hosil bo'lish jarayonini pasaytiradi va bu ta'sir chegaraviy sirdan ikki tomonga tarqaydi. Bunda har bir polimer komponenti o'zi

bilan chegaradosh bo'lgan polimer komponentiga struktura hosil bo'lishiga qarshilik qiladi. Ikki faza orasidagi oblastni ikki kontaktda bo'layotgan chegaraviy qatlam sifatida qarash mumkin. Ularni ikkalasini ham strukturadagi xossalari dastlabki xossalardan farq qiladi.



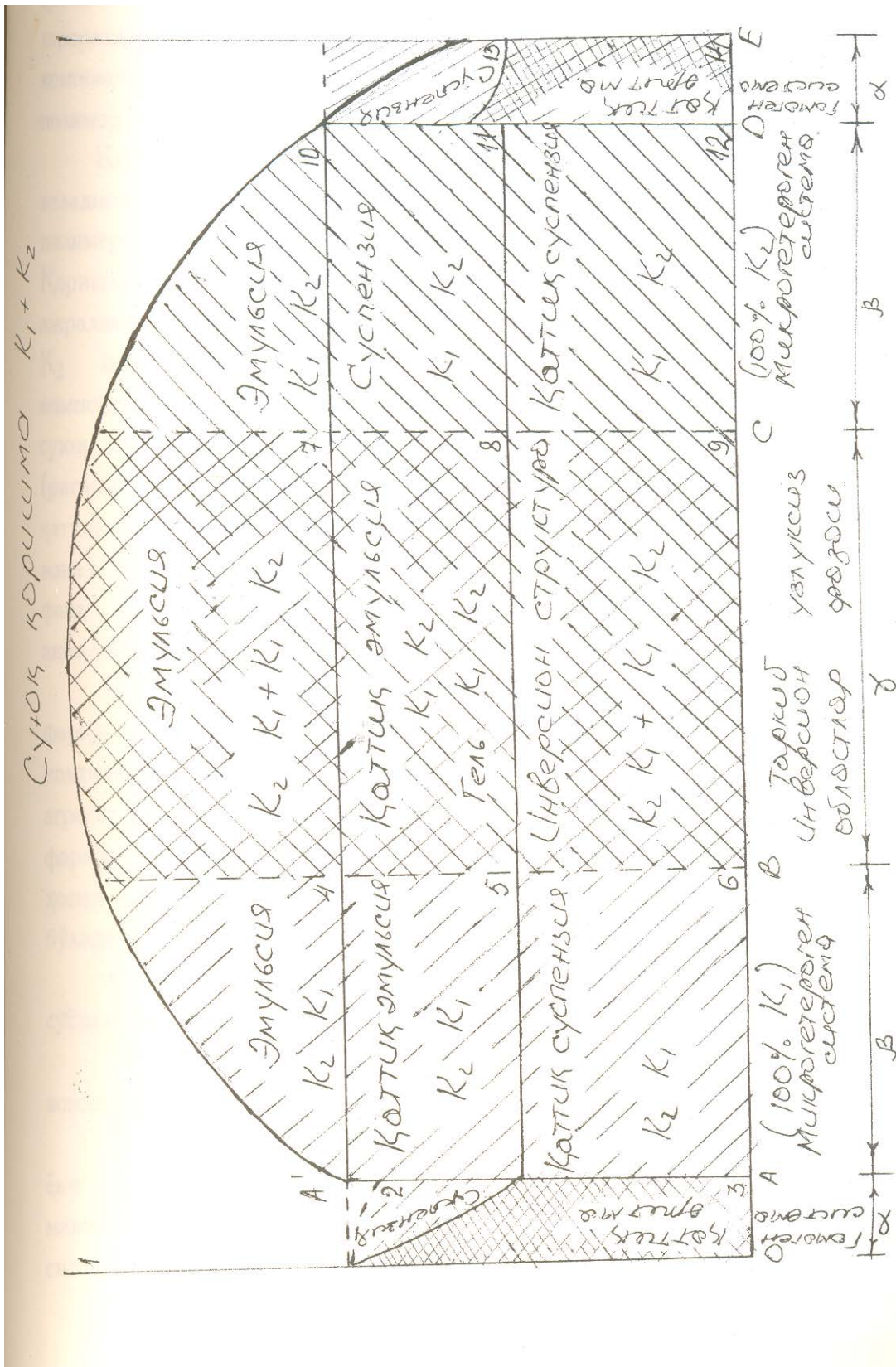
2 xil polimer aralashmasi kontakt oblastlar sxemasi

Ikkinchi (b) holatda esa oraliq, qatlam paydo bo'ladi (vujudga keladi). Bu oraliq, qatlamda ikkala fazadan ham mikroblast qo'shilgan bo'ladi. Paydo bo'lgan oraliq qatlamda polimer strukturasi qayta ishlash jarayonida o'zaro diffuziya natijasida yoki mexanik va termik kuchlanishlar natijasida paydo bo'lgan bir polimer struktura elementlarini ikkinchi polimer strukturasi deffektiga kirishi extimolligi bo'ladi.

Ma'lum sharoitlarda, masalan komponentlar sirt tarangligi juda yaqin bo'lsa, struktura shakllanish jaryonida chegara nomustahkam (turgunmas) bo'lib, bir polimerni ikkinchisida emulgatsiyalanishi sodir bo'lishi mumkin. Bu holat ko'pincha ikki xil polimer aralashmasi asosida olingan kompozitsiyalarda kuzatiladi. Ya'ni bunda oraliq qatlam hosil bo'lib, bu qatlam bir polimerni ikkinchisidagi emulsiyasidan iborat.

Bunda oraliq oblast ikki fazadan iborat bo'lib, bunda qo'shni fazalar nisbatlari bir polimer asosiy massasini ikkinchisiga o'tishga qarab o'zgarib turadi. Polimer fazani polimer matritsada bo'lagini sxematik ko'rishini keyingi rasmda keltirilgan. aliq qatlam bu mikroemulsiya bo'lib, undagi zarrachalar polimer to'ldiruvchini dispers fazadagi zarrachalaridan ancha kichik bo'ladi. Oraliq, qatlamni shakllanishi kolloid kimyoviy tamoyillar bilan aniqlanadi. Bu shakllanishni 3-rasmda ko'rib chiqishimiz mumkin. Polimer komponentlarni  $K_1$  va  $K_2$  deb, ularni qattiq agregat holatiga o'tish haroratlarini  $T_1$  va  $T_2$  deb belgilaymiz. Bu sxemadagi egri chiziq tepasidagi oblast bir polimerni ikkinchisidagi eritmasidir (suyuq qotishma), sxemadagi  $K_1 + K_2$  oblast. Harorat pasayishi bilan komponentlar nisbatiga bog'liq ravishda sistemani turli fazalarga qatlamlanishi sodir bo'ladi. OA va DE oblastlarida,

ya'ni polimerni miqdori kam bo'lgan oblastlar bo'lib, bunda gamogen qorishmani hosil bo'lishi sodir bo'lib, sovutilganda bu qorishma suspenziya holatiga o'tadi (rasmdagi 2, 13 oblastlar). Suspenziyani bo'laklari asosiy polimerdagi qo'shimcha polimerni qattiq erigan bo'laklaridan iborat. Rasmda 2 zonada  $K_2$  polimerdagi  $K_1$  polimerni bo'laklaridan iborat suspenziya ( $K_2$  ni  $K_1$  dagi suspenziyasi, suyuq faza ham shu eritmalaridan tashkil topgan, lekin bunda komponentlar nisbati turlicha. Bu suyuq va qattiq. Fazadagi polimerlarni nisbati bikomponent (ikki komponentli) sistemalar uchun klassik koidalarga amal qilgan xolda aniqlanadi. Ya'ni bunda turli haroratlar va tarkiblarda 2, 13 zonalarini bo'laklash Gibbsni fazalar qoidasiga amal qilgan holda aniqlanadi. Ikki komponent va ikki fazada har bir haroratga suyuq va qattiq fazalarning qat'iy tarkiblari to'g'ri keladi. 3 zonada  $T_2$  dan past haroratdagi oblast gamogen qattiq xolatda bo'ladi, ya'ni komponentlar qattiq eritma xolida bo'ladi, bu oblastda polimerlar qorishma hosil qiladi. Komponentlarni boshqa nisbatlarida  $AA^1$  chiziqda to'g'ri keladigan soxada, sistemada qatlamga ajralish yuz berib, polimer modifikator alohida fazaga ajralib chiqadi. Qorishmadagi bu jarayon 1 zonadan 4 zonaga fazada har bir haroratga suyuq va qattiq fazalarning qat'iy tarkiblari to'g'ri keladi. 3 zonada  $T_2$  dan past haroratdagi oblast gamogen qattiq holatda bo'ladi, ya'ni qatlamga ajralish chizig'iga o'tayotganda yuz beradi. Bunda 4 zonada  $K_2$  ning  $K_1$  dagi emulsiyasi hosil bo'ladi. Birinchi komponentni qattiq holatga o'tish harorati  $T_1$  ni pasayish suyuq emulsiyani qattiq holatga o'tishi bilan sodir bo'ladi. (rasmdagi 5 zona).



Расм 3. Оралиқ қатлам шакланишида каллоид — кимёвий тамоймарнинг шакланиши.

SD oraliqdagi sistemani AV oraliqdagi sistemadan farqi shundaki, uzluksiz muxit (sreda) hosil qilayotgan komponent dispers fazaga nisbatan past haroratda qattiq agregat holatiga o'tadi. Shuning uchun 11 zonada 5 zonadan farqli uzluksiz qattiq muxit va suyuq dispers muxitda hosil bo'lgan qattiq emulsiya emas, balki emulsiya hosil bo'ladi.

6 chi va 12 chi zonalar bir-biriga o'xshash va xuddi qattiq, suspenziya kabi harakterlanadi.

Oraliq tarkibli xolatlar uchun (7,8,9 zonalar) zonalarni bir-biri to'yingan struktura hosil bo'ladi.

Bu intervalda qarshi komponentni o'z tarkibida saqlab yoki saqlamagan bir-biriga o'tuvchi fazalarni bir vaqtda mavjud bo'lishi kuzatiladi. Bu oraliqda konsepsiyasi uchun sistema kolloid strukturasi  $K_1+K_2$  deb, agar xajmda dispers kirishlar bo'lsa, unda tadqiq qilish strukturasi ( $K_2$  ni  $K_1$  dagi) + ( $K_1$  ni  $K_2$  dagi) deb belgilash mumkin.

Shunday qilib, oraliq qatlam strukturasi hosil bo'layotgan holat sxemasini 3 diapazonga bo'lish mumkin:

- $\alpha$  -zona - gomogen holat
- $\beta$  -zona - mikroheterogen holat
- $\gamma$  -zona - heterogen holat

Polimer aralashmasi asosida olingan PKM lar sirt energiyasi ancha yuqori bo'lgan mineral dispers to'ldiruvchi bilan to'ldirilgan PKMlarga qaraganda turli - tuman strukturalarni hosil bo'lishi bilan katta farq qiladi.

Bir biriga o'tuvchi qatlam strukturasi hosil bo'lishni boshqa turlari ham bor. Agar polimer kompozitsion material tarkibida armirlangan material sifatida organik tola ishlatilsa, bog'lovchini qotirish jarayonida harorat va bosim ta'siridan tolani sirtidagi strukturasi buzilib, bog'lovchi va tola orasidagi chegara yuvilib ketadi (razmivaetsya), Bu jarayonlar esa tolaning mustahkamligini pasayishiga, o'z-o'zidan PKM mustahkamligini pasayishiga olib keladi. Chegarani yuvilib (buzilib) ketishi tolaning dastlabki sirti, xrlati va ishlatilaetgan bog'lovchi turiga bog'liq.

Demak, an'anaviy organik tolalar (poliamid, poliefir, viskoza) bilan armirlangan PKMlarda fazalararo xodisalar faqat bo'linish (ajralish) sirti yaqinidagi bog'lovchini sirtqi qatlami yoki chegaraviy qatlamni o'zgarishi emas, balki tola sirtqi qatlamini ham o'zgarishi bilan farq qiladi.

Organik tolalar uchun mineral to'ldiruvchilardan farq qiluvchi fazalararo xodisalar yana bir o'ziga xos xususiyati bor. Ya'ni tolaning sirti xossalari uning faqat kimyoviy tabiatiga bog'liq, bo'lmay, balki tolani formallash (shakllash) vaqtida uni qanchaga (qancha marta) cho'zilganligi bilan ham bog'liq. Cho'zish (вытяжка) darajasini o'zgarishi tolani namlanishini turlicha bo'lishga, ya'ni tolani tortish soniga qarab adgezion mustahkamlik va o'tish oblasti strukturasi o'zgaradi.

Polimer yoki armirlangan to'ldiruvchi bilan to'ldirilgan PKM komponentlarini bir-biri bilan kimyoviy bog' hosil qila olishdir, bunda to'ldiruvchi polimer bilan ta'sirlana oladigan guruxga ega bo'ladi.

Polimer yoki armirlangan to'ldiruvchi bog'lovchi bilan kimyoviy bog' bilan bog'langan bo'lsa, xuddi mineral to'ldiruvchilarni appretlagan kabi, PKMni xossalarni ma'lum bir darajada yaxshilashi kerak. Organik tolani bog'lovchi bilan kimyoviy bog'lana olishi tolaning aynan o'zining xossalari bog'liq, bu xossalar esa bog'lanish mobaynida o'zgaradi. Shunday qilib, mineral armirlangan

tolalardan farqli sintetik va sun'iy tolalar bilan armirlanganda armirlovchi to'ldiruvchini o'zini xossalari o'zgaradi.

Yangi yuqori mustahkamlik, issiqbardoshlik kabi xossalarga ega bo'lgan organik tolalar turlarini yaratilishi, ular asosida olingan PKMni xossalarini an'anaviy kimyoviy tolalar asosida olingan PKMni xossalaridan keskin farq qilganligi uchun hozirgi kunda bunday tolalar va ular asosida PKM yaratish dolzarb muammolardan hisoblanadi.

Yana dispers polimer to'ldiruvchilar ustida to'xtaladigan bo'lsak, ularni polimer asosga kiritilishi xuddi mineral to'ldiruvchilar kabi bo'ladi. Lekin termodinamik polimer bo'lgan holatda ular termoplast matritsa bilan birga qorishma (rasplav) xoliga o'tkazilib, bu qorishma holatidan mahsulotdan buyum olinadi (mahsulotga forma beriladi).

Sovutishda polimer komponent va to'ldiruvchi kabi fazaga bo'linish yuz berib, to'ldiruvchi matritsada mayda dispers bo'lak xolida ajraladi. Kompozitsiya tarkibi va qayta ishlash sharoitini o'zgartirib hosil bo'laetgan dispers faza bo'laklar o'lchamini boshqarish mumkin. Bunday holatni mineral to'ldiruvchi ishlatganda amalga oshirib bo'lmaydi.

Ko'rilayotgan PKMda to'ldiruvchini kuchaytirishdan tashqari yana bir effekti bor. Polimer to'ldiruvchi ishtirokida bo'linish (ajralish) chegarasida ta'sir qilayotgan kolloid kimyoviy omillar tufayli kichik sirt faol fraksiyalarni yig'ilishi. Matritsani esa yuqori molekulyar fraksiyalar bilan to'yinishi yuz beradi. Shu tufayli termoplastik matritsani mustahkamlik xossalarini keskin ko'tarilishi yuz beradi. Xuddi metallni legirlash kabi polimerni kam miqdorda qo'shilgan polimer bilan modifikatsiya qilish deb tushuntirish mumkin.

Olimlarning izlanishlari polimer matritsaga kam miqdorda polimer komponent qo'shganda mustahkamlik xossalarini keskin ko'tarilish effekti yuz berishini isbotladi.

Yana bir masala xususida to'xtalib o'tish mumkin. PKMlarda ko'pincha mahsulotni shakllash jarayonini polimerni sintez qilish jarayoni bilan bir vaqtda olib boriladi (tayyorlanadi), ya'ni smolani qotirish bevosita undan mahsulot formallash bilan bir vaqtda yuz beradi. Bunda qotirish jarayonini to'ldiruvchi sifatidagi yupka sirtki qatlamda amalga oshishni xisobga olish zarur. Bunda sirt tabiatiga qarab, olinayotgan polimer xossalarini o'rganish mumkin. Aniqlanishga sirt fazoviy turni zichligiga (chastota setki), molekulyar og'irlikka, birinchi va ikkinchi reaksiyalar tezliklari nisbatiga ta'sir ko'rsatadi.

Bularni barchasi, PKM shakllanish jarayonida hosil bo'lgan polimerni kimyoviy strukturasi xuddi shu smolani to'ldiruvchi sirti, ya'ni o'zini qotirishda hosil bo'lgan strukturasi bilan keskin farq qiladi degan xulosaga olib keladi. Polimerni to'ldiruvchi sirti ishtirokida qotirish reaksiyasini o'ziga xos xususiyati to'ldiruvchini sirt bilan kimyoviy bog'lanishi payvand polimerlanish reaksiyasi asosida sodir bo'ladi. Bunday usul komponentlar orasida adeziya yetarli bo'lmagan materiallar uchun kullansa maqsadga muvofiq bo'ladi. Payvandlash imkoniyati to'ldiruvchi strukturasi bilan aniqlanadi.

Shuning uchun PKM xossalarini va sirt xossalarini xarakterlab beruvchi asosiy omillar deb sirtni «tozalik» darajasi ya'ni sirtidan turli aralashmalarni

yo‘qotish (bu aralashmalar to‘ldiruvchini olishdagi texnologii jarayonlarda hosil bo‘lgan) sirtni g‘adir-budirligi (bu sirtni to‘la namlanishini aniqlaydi.) va bo‘linish chegarasida kuchsiz chegaraviy qatlamni hosil bo‘lishi, ya‘ni buzilishga sabab bo‘ladigan nuqsonlarni paydo bo‘lishi, sirtni kimyoviy turli tumanligi (turli funksional guruxlarni bo‘lishi) kabilarni xisoblash mumkin.

#### Tayanch so‘z va iboralar

Sintetik va tabiiy tolalar, polimer to‘ldiruvchi va polimer asos, ulardagi fazalararo xodisalar, qo‘shimcha mustahkamlik effekti, molekulalararo ta’sir, molekulalararo ta’sirni paydo bo‘lishi, struktura shakllanish jarayonini pasayishi, oraliq qatlam paydo bo‘lishi, bir polimerni ikkinchisidagi emulsiyasi, mikroemulsiya, kolloid-kimyoviy tamoyillar, emulsiya, qattiq emulsiya, qattiq suspenziya, qattiq eritma, gamogen holat, mikrogeterogen holat, geterogen holat, to‘ldiruvchini sirtki qatlam strukturasi o‘zgarishi, tolaning formallash sharoiti, polimer komponentlarni bir-biri bilan kimyoviy bog‘ hosil qila olishi, mahsulotni shakllash va polimerni sintez qilish jarayonlarini birgalikda olib borish, to‘ldiruvchi sirtining «tozalik» darajasi, sirtni kimyoviy turli tumanligi.

#### Qaytarish uchun savollar

1. Nima uchun polimer to‘ldiruvchilar asosida olingan PKM xossalari mineral to‘ldiruvchilar asosida olingan PKM xossalaridan farq qilishini tushuntiring.
2. Ikki xil polimer aralashmasi kontakt oblastlar sxemasini tushuntiring.
3. Polimer to‘ldiruvchi fazasini polimer matritsa asosida olingan PKMlarni xil zonadagi holatlarini tushuntiring.

#### Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Yu.S. Lipatov «Budushee polimernykh kompozitsiy», Naukova dumka, Kiev 1984 str. 80-87.
2. Lipatov Yu.S. Fizicheskaya ximiya napolnennykh materialov, M. Ximiya, 1977, str. 196-200.
3. Lipatov Yu.S. Budushee polimernykh kompozitsiy. Kiev. "Naukova dumka", 1984g. 135s.
4. Lipatov Yu.S. Mejfaznne yavleniya v polimerax. Kiev, "Naukova dumka", 1980g. 260s.

## **11-MA'RUZA**

### ***Polimer kompozitsion materiallarni qo'llanilishi.***

#### **Reja**

1. Polimer-polimer sistemalaridagi kuchaytirish mexanizmlarini dispers to'ldiruvchilar bilan kuchaytirish mexanizmlaridan farqi.
2. Kuchaytirishning fizik-kimyoviy aspektlari.

Dispers polimer to'ldiruvchilar bilan kuchaytirish mexanizmi ko'proq mineral dispers to'ldiruvchilar bilan kuchaytirish mexanizmiga o'xshash. Faqat polimer-polimer sistemalari uchun xos bo'lgan kuchaytirish omili bu bo'linish (sirtlarni ajralish) chegarasida komponentlarni bir-biriga termodinamik mosligi mavjud bo'lmagan ham holatda oraliq qatlamni paydo bo'la olishdir. Oraliq qatlam struktura va xossalari polimer to'ldiruvchi ishlatilgan holat uchun kuchaytirishni belgilovchi asosiy omildir. Bo'linish chegarasida yetarli adgeziya bo'lganda va oraliq qatlam hosil bo'lganda to'ldirilgan material deformatsiyaga uchraganda to'ldiruvchi zarrachalarini o'zini deformatsiyalanishini kuzatiladi.

Polimer makromolekullarini deformatsiyalana olish qobiliyati buzilish paydo bo'lishi mumkin bo'lgan joylarda kuchlanishlarni qayta taqsimlanishiga va kritik kuchlanishni ortishiga olib keladi. Deformatsiyalangan polimer makromolekulalarini reaksiya jarayonlari ham kuchlanishlarni kamayishiga olib keladi. Polimer to'ldiruvchini kuchaytirish mexanizmi bilan uni qayishqoqlik moduli orasida to'g'ridan-to'g'ri bog'liqlik bor. Polimer to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan elastomerlarni mustahkamligini ortib borishi kuchaytiruvchi to'ldiruvchilar gisterezis yo'qotishlarini ortishi bilan bog'liq. To'ldiruvchi zarrachalari qanchalik mayda bo'lsa, gisterezis yo'qotishlar shunchalik katta bo'ladi.

Komponentlari bir-biriga unchalik mos bo'lmagan sistemalarda oraliq qatlam xuddi uchinchi qatlam bo'lib, kuchlanishlarni qayta taqsimlovchi o'ziga xos to'ldiruvchi vazifasini bajarishi mumkin. Oraliq qatlam bundan tashqari sistema geterogenligini oshirish vazifasini ham bajaradi. Bu omillarning barchasi polimer-polimer sistemasida kuchaytirishga va PKM ko'pgina xossalari yaxshilashga olib keladi.

#### **Kuchaytirishni fizik kimyoviy aspektlari**

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlardan shunday xulosa qilish mumkinki, polimerni to'ldiruvchilar bilan kuchaytirish mexanizmi quyidagi asosiy omillar bilan belgilanadi:

- To'ldiruvchini polimer muxitida struktura hosil qilishi va armirlangan to'ldiruvchini o'z strukturasi ga egaligi;
- Sirtki qatlam va chegaraviy qatlam strukturasi;
- Polimer sirti bilan kontakt (bog'langan) joylarida deformatsiyalanishi bugun namunani deformatsiyalanishdan farq qilishi;

- Polimer va to'ldiruvchi orasidagi bog'lanishlar natijasida polimerni tabiatiga bog'liq bo'lgan fizik-kimyoviy va mexanik xossalarini o'zgarishi, to'ldirilgan polimerni sirti va uni olinish sharoitlarini o'zgarishi;
- Chegaraviy qatlamda polimer zanjiridagi makromolekulalar harakatchanligini kamayishi va buning natijasida chegaraviy qatlamda molekulalar taxlanish harakterini o'zgarish kabilar bilan belgilanadi.

Bu omillarning barchasi bir-biri bilan uzviy bog'liq. Molekulalar harakatchanligini kamayishi, polimerlar relaksatsiya vaqt spektrini o'zgarishiga, o'z-o'zidan butun sistema relaksatsiya vaqti spektrining o'zgarishiga olib keladi.

Shunday qilib, kuchaytirish effekti faqat kuchlanishlarni taqsimlanish sharoitlariga bog'lik, bo'lmay balki polimerni qattik, sirt ustidagi yupqa qatlamda xossalarini o'zgarishiga ham bog'liq. Har bir to'ldirilgan sistemani 3 xil faza deb qarash mumkin:

- to'ldiruvchi zarrachalari fazasi;
- uni ustidagi chegaraviy qatlam fazasi;
- xossalari o'zgarmagan polimer fazasi.

Polimerga qo'shilgan to'ldiruvchi miqdoriga qarab, xossalari o'zgargan ya'ni sirtga o'tgan polimerni, xossalari o'zgarmagan, ya'ni sirtga o'tmagan polimerga nisbati qanday o'zgarishga qarab, PKM xossalari o'zgarib boradi.

#### Tayanch so'z va iboralar

Polimer va to'ldiruvchining kimyoviy tabiati, polimerni sirtga adgeziyasi, dispers, armirlangan va polimer to'ldiruvchilar asosida olingan PKMlar polimerlarni yuqori elastik holati, ularni dispers to'ldiruvchilar bilan kuchaytirish to'ldiruvchini miqdori, zanjirsimon struktura hosil bo'lishi, kuchaytirish effekti, kauchuk va to'ldiruvchi orasidagi bog' to'ldiruvchi zarrachalari shakli va o'lchami, to'ldiruvchi zarrachalari orasidagi qattiq qatlam, bu qatlamda polimer xossalarini o'zgarishi, to'ldiruvchi zarrachalarni struktura hosil qilishi, armirlangan to'ldiruvchilar, tolani cho'zilishi, armirlangan tola mustahkamligi polimer bilan tolaning optimal nisbatlari, qayishqoqlik moduli, tolalarni bir kuch ostida joylashtirish polimer va to'ldiruvchi orasidagi bog'ning adgezion mustahkamligi, polimer to'ldiruvchilar, komponentlarni termodinamik mos emasligi, oraliq qatlam paydo bo'lishi, to'ldiruvchi zarrachalari o'lchami, to'ldirilgan sistemalarda 3 xil fazaning mavjudligi.

#### Qaytarish uchun savollar

1. Polimerni to'ldiruvchilar bilan kuchaytirish deganda nimani tushunasiz?

2. Armirlangan to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan sistemalarni kuchaytirish mexanizmi qanday polimer-polimer sistemalari kuchaytirish mexanizmidan qanday farq qiladi?
3. Polimer-polimer sistemalaridagi kuchaytirish mexanizmini so'zlab bering.
4. Kuchaytirishning fizik-kimyoviy aspektlari haqida gapirib bering.

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Lipatov Yu.S. Kompozitsionnye polimernye materialy. Kiev, "Naukova dumka", 1976, 192s.
2. Lipatov Yu.S. Fizicheskaya ximiya napolnennykh polimerov. M, "Ximiya" 1977g. 305s.
3. Lipatov Yu.S. Budushee polimernykh kompozitsiy. Kiev. "Naukova dumka", 1984g. 135s.
4. Lipatov Yu.S. Mejfaznye yavleniya v polimerax. Kiev, "Naukova dumka", 1980g. 260s.

## MA'RUZA № 12

### *Maxsus xususiyatlarga ega bo'lgan polimer kompozitsion materiallar yaratish usullari.*

Reja

1. Polimer kompozitsion materiallar reologik xossalarini ularni mustahkamligiga bog'likligi. Turli sistemalar qovushqoqligini ifodalovchi tenglamalar.
2. Qovushqoqlikka to'ldiruvchi miqdorini bog'liqligi.
3. Adsorbsion qatlam qalinligi.

To'ldirilgan polimer qarishmalarini reologik xossalarini o'rganish ularni qayta ishlash jarayonini optimal sharoitini tanlash uchun katta ahamiyatga ega. Qorishmaning qovushqoqligi va polimerning oquvchanlik harorati to'ldiruvchi konsentratsiyasiga va uning zarrachalari o'lchamiga bog'likdir. Agar qarishmada to'ldiruvchi zarrachalari asosida struktura hosil bo'lsa, sistemaning reologik xossalari shu struktura bilan belgilanadi. Polimer muxitining o'zining reologik xossalari ham turli to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan sistemalarni reologik xossalariga turlicha ta'sir ko'rsatadi.

Enshteynning suspenziyalar uchun yaratgan tenglamasi to'ldirilgan sistemalar uchun qovushqoqlikni ifodalaydi:

$$\eta = \eta_0 (1 + 2,5 \Phi)$$

F - to'ldiruvchining xajmiy ulushi.

Gut tenglamasi esa quyidagi ko'rinishda

$$\eta = \eta_0 (1 + \alpha \Phi + \beta \Phi^2)$$

Bu yerda  $\alpha$  va  $\beta$  o'zgarmas kattaliklar.

Agar polimer va to'ldiruvchi orasida faqat Van-der-vals kuchlari ta'sir qilayotgan bo'lsa,  $\alpha = 2,5$  va  $\beta = 14,1$  bo'ladi. Bu tenglamalarda to'ldiruvchini dispers muhit bilan ta'sirini, suyuqliklarni nyutoncha o'zini to'tishini, oqimini laminarligi kabilarni hisobga olmagan holat uchun tuzilgan. Polimer va to'ldiruvchilar orasida kuchli adsorbsion yoki kimyoviy bog'lanish bo'lganda  $\alpha$  va  $\beta$  kattaliklari bu ta'sirlar harakteriga bog'liq bo'ladi. Yuqorida keltirilgan tenglamalar asosan to'ldiruvchini miqdori kam bo'lgan sistemalar uchun o'rinli.

PKM tarkibida to'ldiruvchi miqdori ko'p bo'lganda qovushqoqlik MUNI tenglamasi orqali ifodalanadi:

$$\ln \frac{\eta}{\eta_0} = \frac{K\Phi}{1 - \frac{\Phi}{\Phi_T}}$$

$F_T$ -zarrachalar zich joylashganda to'ldirish darajasi;

K-Eynshteyn koeffitsienti, sferalar uchun 2,5 ga teng.  
Sferik (sharsimon) bo‘lmagan zarrachalar uchun qovushqoqlik:

$$\eta = \eta_0^{\exp} \left( \frac{\alpha \Phi}{\frac{1}{f} - Rf\Phi} \right)$$

Bu yerda  $\alpha$  va  $R$ - zarrachalar shakli koeffitsienti  
( $\alpha=10.5-24.8$  va  $R=1.35-1.90$ )

$f$ -zarracha sirtki qatlam qalinligini uning o‘lchamiga nisbatini ko‘rsatuvchi kattalik.

To‘ldirilgan polimerni reologik xossalarini ifodalovchi emperik tenglamalar juda ko‘p, lekin amalda real sistemalar uchun ularni juda ozi qo‘llaniladi. Bunga tekshirilayotgan sistemalariga ko‘pgina holatlarda emperik nuqtai nazardan yondoshilganligi sabab bo‘ladi. Lekin shu bilan birga to‘ldirilgan sistemalarni reologik o‘zini tutishini aniqlovchi bir qancha nazariy tamoillar ham mavjud bo‘lib, ular zarrachalar konsentratsiyasi va shaklini reologik xossalarga bog‘lab tushuntiradi.

Qovushqoq polimerni oqishi va qattiq jism to‘ldiruvchini qayishqoqligi parametrlari orasidagi nazariy tushunchalar, to‘ldiruvchi tutgan, qattiq jismni siljishdagi qayishqoqligiga ega bo‘lgan suyuqlikni qovushqoqligi polimer matritsa uchun quyidagi nisbat bilan aniqlanadi:

$$\frac{\eta}{\eta_0} = \frac{G}{G_0} \quad \text{Kerner tenglamasi}$$

Bu tenglamalarni xossalarini suyuq holatda ham o‘rganish mumkin bo‘lgan termoplastlar uchun qanday sharoitda qo‘llash mumkinligi tekshirib chiqilgan. Bu tenglamani quyidagi sharoitni saqlagan holda qo‘llash mumkin:

Qovushqoqlik polimer qorishmasini anizotropiyasi sezilmas bo‘lgan holatda, ya’ni siljish kuchlanishini  $10^4$  Pa dan kichik bo‘lgan statsionar oqish sharoitlarida, oqish Nyuton qonunlariga bo‘ysunadigan holatda o‘lchanishi lozim.

Sharsimon bo‘lmagan zarrachali sistemalarda qovushqoqlik to‘ldiruvchi zarrachalari struktura hosil qilmagan oblastlarda o‘lchanishi lozim. Shuningdek zarrachalar o‘lchami 1 mkm dan kichik bo‘lganda, ya’ni polimerni ko‘p qismi zarrachalar bilan adsorbsion kuchlar orqali bog‘lana olishi uchun zarrachalar sirt yuzasi kichik bo‘lishi kerak.

To‘ldirilgan sistemalar reologik xossalarini belgilovchi yana bir asosiy omil, bu polimerni to‘ldiruvchi zarachalari bilan adsorbsion ta’sirda bo‘lganda polimer muxiti xossalarini o‘zgarishi va adsorbsion qatlamda zanjirdagi molekulyar xarakatchanlikni chegaralanib qolishi.

Shunday qilib, sistema qovushqoqligi faqat gidrodinamik effektlar bilan aniqlanmay, balki to‘ldiruvchi bilan ta’sirlashganda polimer matritsa mexanik

kuchlanishi bilan ham aniqlanadi. Yuqorida keltirilgan ma'lumotlardan, muhitning qovushqoqligini nisbatan o'zgarishi, to'ldirilganda  $T_{sh}$ -shishalanish haroratini yuqori harorat tomonga siljishi mumkin degan taxminga olib keladi. Shishalanish haroratidan yuqori bo'lganda qovushqoqlikni haroratga bog'liqligi VLF tenglamasi orqali shishalanish haroratini siljishi orqali ifodalanadi:

$$\lg \frac{\eta_{T_{III}}}{\eta_T} = \frac{40 (T - T_{III})}{52 + T - T_{III}}$$

$T_{sh} < T < T_{sh} + 100^\circ S$  uchun. Agar polimerni kompozitsiyasidagi xarakteristik harorati  $T_{s,n}$  va toza polimerniki  $T_{s,o}$  bo'lsa, u holda

$$\lg \frac{\eta}{\eta_o} = \frac{2080 (T_{c,H} - T_c)}{(52 + T - T_{c,H}) (52 - T - T_c)}$$

Bu yerda  $\eta$ -to'ldiruvchi zarrachalari ta'sirida molekulyar harakatchanligi kamaygan matritsani o'zgargan qovushqoqligi;

$\eta_o$ -to'ldiruvchisiz sistema qovushqoqligi.

Bu yerda o'zaro ta'sirida bo'lgan komponentli suspenziyaning qovushqoqligi quyidagiga teng:

$$\eta_{nisb} = \eta_{n,p} / \eta_o = \eta_{n,p} \cdot \eta / \eta_o$$

$\eta_{n,p}$  – kompozitsion material qovushqoqligi

$$\eta_{\text{кисб}} = \frac{\eta_{\text{к.п.}}}{\eta} \exp \left[ \frac{2080 (T_{c,H} - T_{II})}{(52 + T - T_{II}) (52 + T - T_{II})} \right]$$

Bu yerda shuni ta'kidlab o'tish lozimki, to'ldiruvchi tutgan polimerlarni oqishi ko'pgina xollarda dispers fazaning sferik zarrachalari uchun keltirib chiqarilgan tenglamalariga bo'ysunsa xam, bu polimer va to'ldiruvchi zarrachalari orasida o'zaro ta'sir yo'q degan fikrni keltirib chiqarmaydi. Ko'pgina xolatlarda oqish to'ldiruvchi zarrachalarini polimer adsorbsion qatlami qoplaganda, buning natijasida dispers faza xajmini ko'payishi sodir bo'layotgan sistemalarda yuz beradi. Misol: poliizobutilen va butadien kauchuklarini aktiv (qurum) va noaktiv (mel) to'ldiruvchilarini turli nisbatlarida va turli xaroratlarda qovushqoqligi teshirilganda, qurumni 10 – 15% miqdorda olganda sistema qovushqoqligi Enshteyni suspenziyalar qovushqoqligi uchun yaratgan qonuniga bo'ysunishi ko'rsatilgan. Bunda qurum effektiv o'lchamlari uning polimer bilan sirti qoplanib olgan faktik o'lchamidan katta deb hisoblanadi.

Bunday qatlamning mavjudligi to'ldiruvchi zarrachalarining kauchuk molekulalari bilan kuchli ta'sirda bo'lishi natijasida yuz beradi deb qarash mumkin. Bu yerda polimerga to'ldiruvchi qo'shilganda qovushqoqlikni tez ortib ketishi qovushqoqlikni xarorat koeffitsientini o'zgartirmasligi uzatilgan. Shundan kelib chiqqan xolda to'ldirilgan va to'ldirilmagan polimerlarni oqish mexanizmi analogik (o'xshash) ya'ni, oqish mobaynida polimer va to'ldiruvchi orasidagi bog'lar uzilmaydi deb taxmin qilish mumkin. Polimer bilan to'ldiruvchini o'zaro ta'siri xatto tarkibida dispers zarrachalari bo'lgan suyultirilgan eritmalar qovushqoqligiga xam ta'sir ko'rsatadi.

Polimer eritmasida to'ldiruvchi xajmiy ulushini nisbatan ortib borishida adsorbsion qatlam qalinligini aniqlash uchun xam foydalanish mumkin. Bu yerda suspenziya qovushqoqligini dispers faza qovushqoqligiga bog'lovchi yuqoridagi biror tenglamadan dispers fazani extimollik (kajushiysya) xajmini topish mumkin. Zarrachalarni xaqiqiy va extimollik xajmlari orasidagi farq adsorbsion qatlamni effektiv xajmini ko'rsatadi. Bundan esa qatlamni o'rtacha qalinligini xisoblash mumkin.

Ma'lumki, eritmada adsorbsiyalab olingan adsorbsion qatlam strukturasi erituvchisiz xosil bo'lgan qatlamga o'xshamaydi. Shuning uchun eritmadan xosil bo'lgan adsorbsion qatlam bilan erituvchisiz xosil bo'lgan adsorbsion qatlamlarni qalinligini aniqlash natijalarini solishtirish qiziqarli. Buni yuqori oquvchan xolatida katta bo'lmagan qovushqoqlikga ega bo'lib, yuqori molekulari birikma xossalariga ega bo'lgan oligomerlar misolida bo'lish mumkin. Olimlar tomonidan epoksid smolasi (ED - 20) va uni eritmalarini qovushqoqlik xossalari o'rganilgan. Molekulyar og'irligi 500 atrofida bo'lgan shisha kukuni bilan 17% to'ldirilgan ED-20 asosida olingan PKM ni ED-20 smolasi bilan solishtirib ko'rilganda, ED smola va kompozitsion sistema siljish tezligi  $\gamma$   $10^{-2}$  dan  $10^{-1}$  s bo'lgan diapozonda Nyuton suyuqliklariga o'xshash xossalarni namoyon qilgan, ya'ni qovushqoqlik deformirlash rejimiga bog'liq bo'lmagan, to'ldiruvchi tutgan sistemaning qovushqoqligi to'ldiruvchi miqdori ortib borishi bilan o'sib borgan.

Shu bilan birga shisha kukun dispersiyasini DMFA dagi va uni ED-20 va DMFA ishtirokidagi eritmalarini qovushqoqligi tekshirilganda, qovushqoqlikni siljish tezligiga bog'liq ekanligi kuzatilgan.

Shisha kukuni sirtidagi oligomer adsorbsion qatlam qalinligini ( $\Delta r$ ) quyidagi formula orqali topiladi:

$$F_s = F - (1 + \Delta r / r)^3$$

$F_s$ -zarrachalar zich joylashganda to'ldirilish darajasi

$F$ -to'ldiruvchini hajmiy ulushi

$r$ -shisha kukuni uchun zarracha radiusi 0.4 mkm ga teng.

To'ldiruvchi sirtidagi oligomer qatlami qalinligi shisha ,kukunining ma'lum solishtirma yuzasi uchun quyidagi formula orqali hisoblash mumkin:

$\Delta r = \Delta F / F S \rho$   $S$  – shisha kukuni solishtirma yuzasi

$\rho$  – shisha kukuni zichligi

$\Delta r$  va  $\Delta r'$  ning tekshirilgan sistemalar uchun turli xaroratlarda olingan qiymatlari 1-jadvalda keltirilgan.

Adsorbtsion qatlam qalinligini harorat, konsentratsiya va dispers faza miqdoriga bog'liqlik jadvali.

Sistema	$T^{\circ}, S$	$F$	$F_s$	$F$	$R, mkm$	$R, mkm$
ED-20	25	0,075	0,125	0,050	0,075	0,090
	25	0,110	0,193	0,083	0,085	0,100
ED ning 80%li eritmasi	25	0,075	0,132	0,057	0,085	0,100
	25	0,110	0,200	0,090	0,090	0,100
ED-20 ning 60%li eritmasi	25	0,075	0,127	0,052	0,080	0,095
	25	0,110	0,207	0,097	0,095	0,120
	40	0,110	0,219	0,109	0,100	1,130
	60	0,110	0,215	0,105	0,100	1,125
	80	0,110	0,216	0,106	0,100	1,125
ED-20 ning 30%li eritmasi	25	0,075	0,137	0,062	0,090	0,110
	25	0,110	0,216	0,106	0,100	0,125

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, shisha kukun yuzasidagi oligomer adsorbtsion qatlami qalinligi epoksid smolasi konsentratsiyasiga bog'liq emas.

To'ldiruvchi - eritmaning bir-biriga nisbatlarini adsorbtsion qatlam qalinligiga ta'sirini tekshirganda dastlab adsorbtsion qatlam qalinligi kamayib borib, to'ldiruvchi miqdori 50 % dan oshganda qatlam kalinligi to'ldiruvchining eritmadagi miqdoriga bog'liq bo'lmay qoladi.

To'ldirilgan oligomerlarni qovushqoqligini xaroratga bog'liqligi tekshirilganda qovushqoqlik logarifmini xaroratning teskari qiymatiga bog'liqligi grafigi to'g'ri chiziq emasligi kuzatildi. Qovushqoqlikni Arrenius tenglamasidan chetga chiqishi Foil-Tamman tenglamasi orqali ifodalanadi:

$$\ln \eta = A + B/T - T_0$$

Bunda  $T_0$  va  $B$  to'ldiruvchi bilan bog'lanmagan polimer ulushiga chiziqli bog'liq.

Bundan aktivlanish energiyasi

$$E_{akt} = RB \left( \frac{T}{T - T_0} \right)^2$$

ko'rinishida ifodalanadi. Xaroratni pasayishi aktivlanish energiyasini pasayishiga olib keladi.

## Tayanch soʻz va iboralar

Polimer qorishmalari, reologiya, toʻldiruvchi zarrachalari oʻlchami, polimer muhitining reologik xossalari, toʻldirilgan sistemalar qovushqoqligi, Eynshteyn tenglamasi, Muni tenglamasi, sferik boʻlmagan zarrachalar uchun qovushqoqlik tenglamasi, qayishqoqlik modulini qovushqoqlikka bogʻliqligi, Nyuton suyuqliklari, adsorbsion qatlamda polimer xossalari oʻzgarishi, shishalanish xarorati, polimer eritmasida toʻldiruvchi xajmiy ulushini ortib borishi, adsorbsion qatlam qalinligi, shisha kukuni, ED-20 asosida olingan turli sistemalarda adsorbsion qatlam qalinligi va qovushqoqlikni oʻzgarishi, Arrenius tenglamasidan chetga chiqish.

## Qaytarish uchun savollar.

1. Polimer qorishmaning qovushqoqligi qanday parametrlarga bogʻliq va qorishmaning reologik xossalari oʻrganish qanday ahamiyatga ega?
2. Polimer qorishmalari, toʻldirilgan sistemalar uchun Eynshteyn, Gut va Muni tenglamalarini keltiring va tushuntirib bering.
3. Kerner tenglamasini qanday sharoitlarda qoʻllash mumkin?
4. Polimer qorishmalarini oqishida toʻldiruvchi miqdori oʻzgarib borishi bilan qovushqoqlikni harorat koeffitsienti qanday oʻzgaradi?
5. Toʻldiruvchi miqdori ortib borishi bilan adsorbsion qatlam qalinligini ED-20 smolasi misolida tushintiring.
6. Adsorbsion qatlam qalinligini aniqlash formulalarini keltiring va tushuntirib bering.

## Foydalanilgan adabiyotlar

1. Lipatov Yu.S. Композитионные полимерные материалы. Kiev, «Naukova dumka», 1976, 192s.
2. Lipatov Yu.S. Fizicheskaya ximiya napolnennyyx polimerov. M, «Ximiya» 1977g. 305s.
3. Lipatov Yu.S. Budushee polimernyyx kompozitsiy. Kiev. «Naukova dumka», 1984g. 135s.
4. Lipatov Yu.S. Mejfaznyye yavleniya v polimerax. Kiev, «Naukova dumka», 1980g. 260s.

*Polimer kompozitsion materiallar yonuvchanligini pasaytirish usullari*

Reja

1. PKMlarni yangi turlari.
2. PKMlarning mashinasozlik tarmoqlari bo'lgan havo, suv va yer transportlarida qo'llanilishi.
3. Qurilishda qo'llaniladigan PKMlar.

Hozirgi kunga kelib choklangan chiziqsimon polimerlar asosida dispers yoki armirlangan to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan PKMlar yaratilgan bo'lib, ular xalq xo'jaligini turli tarmoqlarida, aviatsiyada, avtomobilsozlikda, mashinasozlikda, transportda, qurilishda, qishloq xo'jaligida, meditsinada, kimyo sanoatida qo'llanilyapti.

Bugungi kun tartibida yuqori mustaxkamlikka ega bo'lgan, yonmaydigan PKMlar yaratish muammosi turibdi. Hozirgi kunga kelib dunyoning ko'pgina davlatlarida xom ashyoning mavjudligi tufayli shishaplastlar ishlab chiqarish va qo'llash o'sib bormoqda. Bunday PKMlarga talabni o'sib borishi bunday materiallarni olishda kam energiya sarfi va ular xossalarining turli tumanligi bilan bog'liq. Shuningdek hozirgi kunda qurilish industriyasi, metallurgiya korxonalarini va boshqa korxonalarda chiqqan chiqindilar asosida turli-tuman yangi dispers to'ldiruvchilar sintez qilinmoqda. PKMlarni qo'llanilishi qulayligini yana bir tomoni shundaki, boshqa an'anaviy texnologiyalardan farqli materialni olish va undan maxsulot tayyorlash jarayonlari vaqt bo'yicha bo'linmay, birgalikda olib boriladi.

PKMlar yaratish va qo'llashda asosiy yo'nalish ularni kattaroq solishtirma mustaxkamlikka ega ekanligi va solishtirma mustaxkamlikni ta'sir qilayotgan kuchga optimal taqsimlana olishi bilan bog'liq. PKMlarni aynan shu xossasi, ya'ni yuqori solishtirma mustaxkamlikka egaligi va "texnologichnost" kabi xossalari bilan boshqa an'anaviy konstruksion materiallardan ustun turadilar.

PKMlardan konstruksiyalar yaratish ko'pgina tamoyillarni amalga oshirish bilan bog'liq. Bu tamoyillar esa ishlatilayotgan materialni o'ziga xos xususiyatlari bilan bog'liq. Shuning uchun PKMlar yaratishni loyihalashtirish asosida mahsulot konstruksiyasi yoki konfiguratsiyasiga emas (masalan, silindrlil korpus chuqurligi), balki materialni o'zini konstruksiyalashga bog'liq (armirlash tarmoqlari, qatlamlari nisbati, turli armirlovchi materiallarni bir-biri bilan qo'shila olishi bilan bog'liq). Metall konstruksiyalaridan farqli PKMlarni yaratishni loyixalashtirishda (ya'ni optimal armirlash) va texnologik jarayonni o'zini ishlab chiqish kabilar bir vaqtda qarab chiqish kerak bo'ladi. Bu jarayonni asosiy etapi mustaxkamlik xossalarini optimal tarqatilishini o'z aksini topadi.

PKMlarni qo'llash faqat ularni yaratish vazifalari bilan bog'liq bo'lmay, balki ulardan maxsulot yaratishni konstruksiyalashdagi xosslarini xisoblash muammolarini hal qilish bilan ham bog'liq.

PKMlar eng ko'p ishlatiladigan soha avtomobilsozlik, kemasozlik, samolyotsozlik, aerokosmik texnika kabi tarmoqlarni olgan mashinasozlik sanoatidir. Sanoatni bu sohasida ilgaridan poliefir shishaplastlar keng ishlatilib

kelingan, shu bilan birga hozirgi kunga kelib, bu soxada ishlatiladigan PKMlarni assortimenti tobora kengayib bormoqda.

PKMlarni mashinasozlik sanoatida metallarni o'rnini bosib borishi bu sohada mehnat unumdorligini oshishiga olib kelmoqda.

PKMlardan eng qiyin konstruksiyali detallarni ham yasashni osonligi, kam mehnat talab qilinganligi, ulardan yasalgan detallarni yengilligi uchun ham ular tobora metallar o'rnini egallab bormoqda. Chunki metallardan farqli PKMlar reologik xossalarini yaxshiligi uchun pressformalarni tez va aniq qilib to'ldirib, juda kam miqdorda chiqindi chiqadi. PKMlardan xatto katta o'lchamli, shakli murakkab bo'lgan avtomobil korpuslarini tayyorlashda bir muncha kam mehnat sarf bo'lib, chiqindiga kam chiqadi (kam yo'qotiladi).

Hozirgi kunga kelib, ishlab chiqarishni yuqori texnik iqtisodiy ko'rsatkichlarini ta'minlovchi yuqori samaradorli formallash (shakl berish) jarayonlari ishlab chiqilgan.

Masalan, avtomobil qurilma taxtasini (pribornaya doska) poliefir shishaplastdan tayyorlaganda jihozlash sarfi po'latdan tayyorlanganligiga qaraganda 8 marta kam. Avtomobil korpuslarini tayyorlashda shishaplastlardan tashqari aromatik poliamidlardan tayyorlangan tolalar, yuqori modulli uglerod tolalari asosida olingan PKMlar keng qo'llaniladi. Hozirgi kunda poliefir shishaplastlardan avtobuslar va o't o'chirish mashinalar uchun panellar, hatto neft maxsulotlarini tashish uchun avtotsisternalar tayyorlanmoqda. Avtomobil qismlarini shishaplastlardan tayyorlashi an'anaviy materiallardan korroziyaga uchramasligi, nisbatan yengilligi bilan afzallikka ega. Poliefir shishaplastlar boshqa ko'pgina transport qurilmalarida ham ishlatiladi. Masalan asbob-uskunalar uchun qutilar, isitgich korpuslari, dvigatellar qopqoqlari shular jumlasidandir. Shisha va orgonaplastiklardan avtomashinalar qanotlari va tomlari ham tayyorlanmoqda.

PKMlardan avtomobilsozlikda qo'llashning afzalliklardan biri yuqorida aytib o'tganimizdek, ulardan tayyorlangan detallarni yengilligidir.

1) Maxsulotni yengilligi yuk ko'tarishini oshishi, yoqilg'i sarfini kamayishiga olib keladi. Bu esa o'z navbatida mehnat unumdorligini ortishi va maxsulot tannarxini pasayishiga olib keladi. Shuningdek yuqoroi komfortga olib keladi.

2) PKMlardan yaratilgan avtomobillar issiqlik o'tkazuvchanligini afzalligi, ya'ni janubiy rayonlarda avtomobil salonida haroratni mo'tadil ushlab turadi, mashina harakati vaqtida shovqin kam bo'ladi.

3) Avtomobilsozlikda PKMlardan foydalanish avtomobillarni sozlashda ham qulaylik tug'diradi. Chunki zarar ko'rilgan joyga bog'lovchi bilan shimdirilgan shisha mato quyiladi va bog'lovchi qotganidan so'ng, avtomobilni o'sha yeriga bo'yoq purkaladi.

PKMlardan dengiz transportida foydalanish, ya'ni qo'llash ham quruqlikdagi transportlarda PKMlardan foydalanishga o'xshaydi. Poliefir va epoksid shishaplastlardan kemalar korpuslari, qayiqalar, shuningdek murakkab shaklli kema konstruksiyalari yasaladi.

PKMlarni kemasozlikda qo'llashdagi asosiy muammo va talab shishaplastiklarni suv yurituvchanligini pasaytirishi. Chunki kemasozlikda

ishlatiladigan materiallarga asosiy talab ularni suvni shimmasligidir. PKMlardan dengiz xizmatidagi katerlar uchun korpuslar ( $L = 25\text{m}$ ), dengiz yordami, qutqarish xizmati va baliqlarni himoya qilish uchun turli xil materiallar yaratildi.

Hozirgi kunga kelib avtomobilsozlik, qishloq xo'jalik mashinalari yaratishda, shuningdek kimyo sanoatida ugleplastlar juda keng qo'llanilmoqda. Bunday PKMlar qattiqligi va yuqori solishtirma mustahkamlikka egaligi, termik zarbga va agressiv muhitga chidamliligi bilan boshqa PKMlardan ustun turadilar.

Mashinasozlikda asosan armirlangan plastiklar ya'ni armirlangan to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan PKMlar juda keng qo'llaniladi. Shu bilan birga alohida detallar va konstruksiyalar, intererni pardoqlash asboblari, elektr jihozlari uchun dispers to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan PKMlar ishlatiladi.

Hozirgi kunga kelib mashinasozlikni ko'pgina tarmoqlarida, kimyo sanoatida ishlatiladigan detallarni va jihozlarni qayta ishlash oson bo'lgan, yengil, arzon polimer materiallarga almashtirib borilmoqda. Bunday detallarni yasashda hozirgi kunda polimerlar aralashmasi asosida olingan PKMlardan foydalanish mahsulot sifatini oshirib, narxini pasaytiradi. PKMlardan uchuvchi apparatlarni yasashda ham keng qo'llaniladi.

Aerokosmik texnikada PKMlarni eng zamonaviy turlari, hatto qimmat bo'lishiga qaramay juda keng qo'llanilib kelinmoqda. Chunki PKMlarni eng zamonaviy turlari polimer-polimer sistemalarini misol qilish mumkin. Sanoatning bu tarmog'ida paydo bo'ladigan barcha talablarni qondiradi.

Aviatsiya texnikasida yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan boro – va ugleplastlar juda keng qo'llaniladi.

Uchuvchi apparatlar boshqarish korpuslari, lyuklar kopqoqlari, asosiy agregatlar, eleronlari, rullari, eng qiyin detallar, pol panellari PKMlardan yasaladi. PKMlarda aviaqurilishda ishlatilishi ayrim yuqori yuk moslamalarini konstruksiyalarini og'irligini 10-20% ga pasaytiradi.

Boro- va ugle- plastlarni aviatsion texnikada ishlatilishi yuqori mustahkamlik va qatgiklik talab qilinadigan metall konstruksiyalarni mustahkamlashda keng qo'llanilmoqda. Bularga panellar, bashnyalar kiradi.

Hozirgi kunga kelib, PKMlar samolyotlarini konstruksiyalarida qo'llash ham keng rivojlanmoqda. Bunda zamonaviy armirolovchi tolalar va boshqalar ishlatiladi.

Kosmik texnikada PKMlar raketalarni bosh qismi issiqdan ximoya qilish joylarida ishlatiladi. Bunday PKMlar qatoriga fenol-formaldegid qatronlari (smolalari) kiradi. Bu fenol-formaldegidlar armirlangan poliamid va asbest tolalar bilan to'ldiriladi.

Shuningdek, transport aviatsiya kosmik texnika organoplastlar ham keng qo'llaniladi. Organoplastlardan samolyotlar ichki va ustki qismlarini pardoqlashda alyuminiyli komponentlarni almashtirishga, boshqarish richaglarini, tomlarni jihozlashda ishlatiladi. «Boing» firmasi organoplastlardan samolyot detallari, eshik panellari, polni qoplamalarini tayyorlanadi. Shuningdek, organoplastlardan vertolyotlar uchun gorizontaal stabilizatorlar, stoykalar tayyorlanadi. Armirolovchi organik va uglerod tolalar asosida olingan kompozitsiyalar organoplastlarga

qaraganda yuqori qattiklikka, ugleplastlarga qaraganda arzonlikka egaligi bilan ustun turadilar.

Yuqorida bir turdagi xil armirlovchi tolalar bilan to'ldirilgan plastiklar xaqida gapirib o'tdik, shuningdek turli xil dispers to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan plastiklar keng qo'llaniladi. Oxirgi yillarda ikki yoki uch xil polimerlar aralashmasi asosida olingan kompozitsiyalar ham keng qo'llaniladi. Ulardan rul g'ildiraklari, mayda detallar tayyorlanadi. PKMlar yaratishni nazariy asoslarini o'rganganimizda plastmassalarni legirlash bilan ya'ni polimer matritsaga kam miqdorda boshqa turdagi polimer qo'shish bilan qo'shimcha mablag' sarflamasdan texnologik jarayonlarni o'zgartirmasdan turib, yaratilayotgan PKMlarni ekspluatatsion va texnologik, mustaxkamlik xossalarini o'zgartirish, yaxshilash mumkin. Legirlangan plastmassalarni qo'llash qaytashda ishlashda energiya sarfini kamligi, mahsulot sifatini yaxshiligi bilan boshqa plastmassalardan ustun turadilar.

PKMlarni zarbiy mustaxkamlikka chidamliligi, yuqori mustaxkamlikka egaligi, tebranishga chidamliligi bilan daryo va dengiz flotida keng qo'llanilmoqda. Bunday PKMlarni metallar bilan birgalikda qo'llanilishi ularni xossalarini yanada mustaxkamlaydi.

Bunday PKMlar qurilishda ham keng qo'llaniladi. PKMlarni qurilishda ishlatilishi ularni yengilligi, atmosfera ta'siriga chidamliligi, tiniqligi bilan bog'liq. Poliefir bog'lovchilar bilan shimdirilgan shisha matolardan (steklomat) yarim tiniq matolar olinadi. Sanoatda turli rangli tekis gofrirlangan listlarni ishlab chiqarilmoqda. Shishaplastlar va orgona-plastlardan deraza romlari, eshiklar, metallar tayyorlashda, vaqtinchalik yoki bir joydan ikkinchi joyga ko'chirish mumkin bulgan vagon-uylar tayyorlashda foydalanilmoqda. Shuningdek shisha tolali anizotrop materiallardan katta o'lchamli panellar, devor uchun plitalar, beton uchun armaturalar, plintus, karniz, vannalar, rakovina kabi sanitar texnik jixozlar tayyorlashda foydalanilmokda.

Oddiy va anizotrop PKMlar qurilishda fitishlar va trubalar, neft va kimyoviy maxsulotlar saqlash uchun sig'imlar (emkosti) tayyorlashda foydalaniladi.

Qurilishda termoreaktiv bog'lovchilar shimdirilgan g'ovak materiallar ham keng ishlatiladi. PKMlar yog'ochni mustaxkamligini oshirishda ham ishlatiladi. Betonlarni polimerlanuvchi monomerlar va oligomerlar bilan shimdirish betonni mustahkamlik xossalarini yanayam oshiradi. PKMlar qurilishda ishlatilishini ularni ochiq xavoda xech qanday himoyaga muxtoj emasligi, pardoqlash ishlarida mexnat sarfini kamligi an'anaviy qurilish materiallaridan ustunligidir.

#### Tayanch suz va iboralar

PKMlarni boshqa an'anaviy kompozitsion materiallardan ustunligi, PKMlarga talab, PKMlarni mustaxkamlik xossalarini yaxshiligi, PKMlarni olish va ulardan mahsulot yaratish jarayonlari, avtomobilsozlik, kemasozlik,

samolyotsozlik, raketsozlik kabi tarmoqlardagi PKMlar asosida olingan detallar va jixozlar, qurilishda ishlatiladigan PKMlar, ularning afzalliklari.

#### Qaytarish uchun savollar

1. PKMlarni yangi turlarini yaratish qanday muammolar bilan bog'liq?
2. PKMlarni qaysi turlari mashinasozlik sanoatida ishlatiladi?
3. Mashinasozlik sanoatida ishlatiladigan PKMlar qanday talablarga javob berishi kerak?
4. Qurilishda qo'llaniladigan PKMlar an'anaviy kompozitsiyalardan qanday afzallik tomonlari bor?
5. Qurilishda PKMlarni qanday turlari ishlatiladi?

#### Foydalangan adabiyotlar

1. Lipatov Yu.S Kompozitsionnye polimernye materialy. Kiev, "Naukova dumka", 1976, 192s.
2. Lipatov Yu.S. Fizicheskaya ximiya napolnennyykh polimerov. M, "Ximiya" 1977g. 305s,
3. Lipatov Yu.S. Budushee polimernyykh kompozitsiy. Kiev. "Naukova dumka", 1984g. 135s.
4. Lipatov Yu.S. Mejfaznne yavleniya v polimerax. Kiev, "Naukova dumka", 1980g. 260s.

**14-ma'ruza**  
**Elektr o'tkazuvchanlik xususiyatiga ega bo'lgan polimer kompozitsion  
materiallar yaratish usullari.**

Reja:

1. Antifriksion PKMlar.
2. Friksion PKMlar.
3. PKMlar xalq iste'mol mollari sifatida.

PKMlardan mashina uzellarida antifriksion va friksion materiallar sifatida keng qo'llaniladi. PKMlar asosan ko'p ishqalanadigan detallar va tarmoqlarda shesternalar, g'ildiraklar, tormoz qurilmalarida, xarakatlantiruvchi kamarlar (remni), podshipniklar kabi joylarda ko'p ishlatiladi. Bunday PKMlarni yaratish polimer to'ldiruvchilar ko'shib ishqalanish koeffitsientini kamaytirish bilan bog'liq. Antifriksion xossalarga ega bo'lgan PKMlarni olish asosan termoplastlarga grafit kukuni yoki molibden disulfidi qo'shishga asoslangan. Matritsa-asos sifatida politetroftoretilen (teflon), poliamidlar (naylon, kapron) kabilardan foydalaniladi. Bunday materiallar kerakli fizik-mexanik kompleks xossalarga egaligi bilan birga, ular uncha qimmat emas. Agar podshipniklar sifatida to'ldirilgan termoplastlar ishlatilsa, bronzaga qaraganda yemirilish tezligini pastligi, yurishini tekisligi (avtomobil) va ekspluatatsiya vaqtida moylanmaslik kabi xossalari bilan ustun turadilar.

Ko'pgina holatlarda PKMlar ishqalanish tarmoqlarida yarim podshipnik sifatida po'lat asosga qoplanadilar. Bunday podshipniklar metall podshipniklar o'rnini to'la egallaydi. Hozirgi kunda politetraftoretilendan olingan tolalar va kompleks iplar katta ahamiyat kasb etmoqda. Buning uchun dastlab organik, metall yoki shisha tolali mato olinadi. Olingan mato metall yoki shishaplast qattiq joyga yelimlanadi.

Tolalar asosida olingan antifriksion qoplamalar sharnirli birikmalar va vtulkalar sifatida samolyotsozlikda, mashinalarda boshqarish rullari sistemalari, shuningdek yuqori yoki katta kuchlanishlarni past sirpanish tezliklari bilan qo'shilgan joylarda ishlatiladi.

Armirlangan reaktoplastlar asosida olingan PKMlar keskin burilish talab qilinadigan joylarda dengiz transportida keng qo'llanilmoqda.

Yuqorida biz PKMlarni texnikada va kurilishda keng qo'llanilishi haqida fikr yuritdik. PKMlar shuningdek elektronika, radio va elektrotexnika, antikorrozion qoplamalar, irrigatsiyada, gidroizolyasiyada va boshqa ko'plab joylarda ham keng qo'llanilib kelmoqda.

PKMlar shuningdek xalq iste'mol mollari sifatida va meditsinada ham keng qo'llaniladi.

Xalq iste'mol mollari va mebellar mashinasozlik va qurilish kabi tarmoqlarga o'xshab materiallarga katta talab ko'ymaydi. Lekin bu yerda talablar turli-tuman. Masalan mebellarning ayrim turlari oz vaqtda 200 kg va uzoq vaqtda 100 kg yukka chidamli, zarbga chidamli va uzoq ishlatilish muddatiga ega bo'lishi

kerak. Mebellarni PKMlardan konstruksiyalash belgilangan talablardan chetga chiqishini talab qiladi. Masalan, krovatlar korpuslarini PKMlar barcha turlaridan yasash mumkin. Lekin bu krovatlar burchaklariga oyoqchalar o'rnatganda polimer materiallarni kerakli qattqlikni hamisha ta'minlab bera olmaydilar. Shuning uchun bu yerda asosiy vazifa materialni va konstruksiyani to'g'ri tanlashdir. Xalq iste'mol mollari sifatida qo'yilgan to'ldirilgan kompozitsion materiallar va tolasimon to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan PKMlar keng ishlatiladi. To'ldirilgan reaktoplastlardan (press -poroshoklar) radiopriborlar korpuslari elektro xo'jalik asboblari tayyorlanadi. Asbest bilan to'ldirilgan materiallar esa xo'jalik elektr asboblari ruchkalari, knopkalar, elektr isitkichlar, rostlash ruchkalari yasaladi.

Press materiallardan podnoslar, kuldonlar, soat korpuslari yasaladi. To'ldirilgan polimerlar yuvinish xonalarini jihozlashda ham ishlatiladi. Ko'pgina qatlam plastiklar mebellarga bezak berishda, pollar sifatida ishlatiladigan qoplamalar uchun yashiklar (kursilar), stollar tayyorlashda ishlatiladi.

Hozirgi kunga kelib qimmatbaho tabiiy materiallar o'rnini bosuvchi PKMlar yaratilmoqda. Bunga misol qilib, sun'iy terini olish mumkin. Matolar bilan armirlangan termoplastlar mebel sanoatida sun'iy charm sifatida ishlatilmoqda. Polivinilxlorid va poliuretanlar agar bir tomonlama mato bilan armirlansa, poyafzal kiyim va galanteriya maxsulotlari tayyorlashda ishlatiladi. Suv bilan to'ldirilgan to'yinmagan poliefirlarni xossalari polimer matritsa bilan suyuq dispers faza hosil qilib yog'ochni xossalari juda yaqin bo'lib qoladi. Bunday mahsulotdan juda qiyin shaklli buyumlar yasash mumkin. Ular mustaxkam va qattiq. Bunday materiallar tashqi tuzilishi xossalari bilan yog'ochga o'xshash, lekin arzon. Ishlab chiqarilgan maxsulotlar tarkibida 50 dan 70% gacha suv bo'ladi. Bunday materiallarni bir dan-bir kamchiligi ularni tarkibidagi suvni parlanib ketishi va buning natijasida maxsulotni darz ketishi va buzilishidir.

PKMlardan polimer aralashmalari, AVS-plastiklar maxsulotni qadoqlashda, saqlashda foydalaniladi (masalan, qog'oz bilan dublirlangan polietilendan sutni qadoqlash uchun paketlar yasaldi).

PKMlarni meditsinada tutgan o'rni ham juda katta. Ulardan meditsina uchun turli texnika asboblari, apparaturalari yasashda foydalaniladi.

Oxirgi yillarda PKMlar yaratishni nazariy asoslariga, sirt xodisalariga, fizik-kimyosiga asoslanib turli tuman PKMlar yaratilmoqda. Oxirgi yillarda yaratilayotgan PKMlarni quruq va xo'l metall sirtiga qoplash mumkin. Bir-biriga turlari o'tuvchi polimerlar asosida olingan PKMlar barcha xossalari jihatidan an'anaviy konstruksion materiallardan ustunlik qilmoqda.

#### Tayanch so'z va iboralar.

PKMlar, friksion va antifriksion xossalari, mashina ishqalanish uzellari, tormoz qurilmalari, podshipniklar, tolalar asosida olingan antifriksion qoplamalar, PKMlar xalq iste'mol mollari sifatida, PKMlardan tayyorlangan sun'iy teri, mebelsozlikda ishlatilayotgan PKMlar, PKMlardan tayyorlangan meditsina texnika asboblari.

### Qaytarish uchun savollar

1. Antifriksion PKMlarga misol keltiring. Ularni afzallik tomonlari nimada?
2. Friksion PKMlarga misol keltiring.
3. PKMlar xalq iste'mol mollari sifatida.
4. PKMlarni meditsinada tutgan o'рни qanday?

### Foydalangan adabiyotlar

1. Lipatov Yu.S. Kompozitsionnye polimernye materialy. Kiev, "Naukova dumka", 1976, 192s.
2. Lipatov Yu.S. Fizicheskaya ximiya napolnennyyx polimerov. M, "Ximiya" 1977g. 305s.
3. Lipatov Yu.S. Budushee polimernyyx kompozitsiy. Kiev. "Naukova dumka", 1984g. 135s.
4. Lipatov Yu.S. Mejfaznne yavleniya v polimerax. Kiev, "Naukova dumka", 1980g. 260s.

O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O`RTA MAXSUS  
TA`LIM VAZIRLIGI  
NAMANGAN MUHANDISLIK -TEKNOLOGIYA INSTITUTI  
«KIMYOVIY TEKNOLOGIYA» kafedrası



«POLIMER KOMPOZITSION MATERIALLARNI YARATISH ASOSLARI »

*Fanidan*

*5320400-Kimyoviy texnologiya (yuqori molekulali birikmalar) ta`lim  
yo`nalishi talabalari uchun amaliy mashg`ulotlarini bajarishga  
mo`ljallangan uslubiy ko`rsatma*

Namangan– 2022

Mazkur uslubiy ko`rsatma TKTIning № BD 5320400-4.02 bilan 2019 yil 19.04 da ro`yxatga olingan, 02.08.2019 yilda OO`MTV tomonidan tasdiqlangan namunaviy dastur asosida tayyorlandi.

Tuzuvchilar:	S.S. Zokirov	NamMTI, Kimyoviy texnologiya kafedrası o`qituvchisi t.f.b.d. PhD
Taqrizchi:	R.Abdullayev	SARATOV qo`shma fakulteti dotsenti

“Kimyoviy texnologiya” kafedrasining 2022 - yil \_\_\_\_\_ dagi № \_\_\_\_ - sonli yig`ilish bayonnomasi bilan tasdiqlangan hamda institut o`quv-uslubiy kengashida ko`rib chiqishga tavsiya etilgan.

Namangan muxandislik-texnologiya instituti o`quv-uslubiy kengashining 2022-yil \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_ -sonli bayonnomasi bilan tasdiqlangan.

## **KIRISH**

Ushbu uslubiy ko`rsatma “Polimer kompozitsion materiallarni yaratish asoslari” bo‘yicha nazariy bilimlarni takrorlab, polimer materiallar, ularni xossalari, polimer kompozitsion materiallar yaratishda har bir komponentni roli, ingradientlarni tanlash, ma’lum bir xossaga ega bo‘lgan polimer materiallar yaratish bo‘yicha nazariy bilim va tajriba mashg‘ulotlarini o‘z ichiga olgan.

### ***Polimer kompozitsion materiallarni tuzilishi va tarkibi***

Sanoatning turli tarmoqlari, qishloq ho‘jaligi, meditsinani rivojlantirishni plastmassalarsiz tasavvur qilish qiyin, Plastmassalarni bunday keng ko‘lamda ishlatilishi, ularni o‘ziga xos xossalari, qayta ishlashning samarali usublari va katta xom ashyo resurslari mavjudligi tufayli mumkin bo‘ladi. Plastmassalar nafaqat an’anaviy materiallarni o‘rnini bosibgina qolmay, balki konstruksion kimyoviy barqaror, tovushdan, issiqlikdan himoya qiluvchi materiallar sifatida ham katta ahamiyatga ega.

PKM afzalliklari va kamchiliklari. PKM ko‘p xossalari bo‘yicha boshqa konstruksion materiallardan ustun turadilar (yog‘och, metall va h.k.). Ularga quyidagilar kiradi:

1. Fizik-mexanik xossalari. PKM turlicha fizik-mexanik xossalarni namoyon qiluvchi materiallardir. Ular chinni va yog‘ochni eslatuvchi bikr (qattiq) materiallardan to rezinasifat, qayishqoq, elastik materiallarga bo‘lgan xossalarni namoyon qiladilar. Ular alyuminiydan 2 marta, po‘lat, mis, qo‘rg‘oshin, bronzadan 5-7 marta yengildirlar.

Ko‘pgina PKM mustahkamlik xossalari metallarnikidan past, ammo ularni shartli mustahkamlik ko‘rsatkichi (shartli mustaxkamlik ko‘rsatkichi, ya’ni mustahkamlikni zichlikka nisbati) eng yuqori markali po‘latnikidan ham yuqori. (jadval №1):

An’anaviy materiallar va polimer  
kompozitsion materiallarni mustahkamlik ko‘rsatkichlari

Kompozitsion materiallar	R, Kg/sm	T, MPa	Shartli mustahkamlik ko‘rsatkichi
Yuqori sifatli po‘latlar	7800	1280	160
Shishaplastiklar	1800	300 - 700	170-400
Yog‘och qatlam	1400	350	250

2. Korroziyaga chidamlilik. Asosiy turdagi kompozitsion materiallar, metallardan farqli PKM atmosfera korroziyasiga, turli kislotalar, ishqorlar, eritmalar ta’siriga chidamlidir.

3. Friksion xususiyatlar va mustahkamlik (emirilishiga chidamlilik). Ko‘pgina PKM kichik ishqalanish

koefitsienti va yemirilishga mustahkamligi bilan ajralib turadi. Shuning uchun tekstolit, yog'och qatlam plastiklar va kapron kabi PKMlar podshipniklar sifatida va ishqalanishga chidamlilik talab qilinadigan tarmoqlarda ishlatiladi. Polivinilxloriddan tyyorlangan linoleum tashqi ta'sirga juda yaxshi qarshilik ko'rsatadi. Ba'zi PKM katta ishqalanish koefitsientiga ega bo'lganligi uchun tormoz qurilmalarida ishlatiladi. Kapronni yemirilishga chidamliligi bronza va babbidndan moylanganda 10-20 marta, quruq holda 100-160 martaga katta.

4. Dielektrik xususiyatlari., Ko'pgina PKM yaxshi dielektriklar hisoblanib, ular zamonaviy texnikada yaxshi dielektriklar sifatida ishlatilib kelinayotgani ma'lum. PKMlar radioaloqa, televidenie, yuqori chastotali tok generatorlari kabi yuqori chastotali qurilmalarda noyob materiallar hisoblanadi.

5. Optik xususiyatlari. Ba'zi PKMlarni (PMMA, PS, PK) organik shisha deb yuritilsa ham bo'ladi. Ular rangsiz, shaffof (tiniq) bo'lib, keng diapazonli to'liqlar, jumladan UB nurlarini yaxshi utkazish xususiyatiga ega bo'lib, bu borada silikat shishalardan ustun turadi. Bunday PKMlar optika sanoati, mashinasozlik kabi shaffof detallar ishlatilishi talab qilinadigan tarmoqlarda ishlatiladi.

6. PKMdan mahsulot olishning osonligi. PKMlarning eng asosiy afzalliklaridan biri ulardan turli usullar - presslash, ekstruziya, kalandrlash kabilar yordamida mahsulotlar olish mumkinligi. PKMlardan juda qiyin detallar tayyorlashga sarflangan mehnat boshqa materiallarni qayta ishlashga sarflangan mehnatdan anchagina kam. PKMlarni qayta ishlashda materiallardan foydalanish koefitsienti 0,95-0,98 bo'lsa, metallarni qayta ishlashda 0,2-0,6, quyishda bo'lsa 0,6-0,8 ga teng.

Lekin shu bilan bir qatorda PKM ham kamchiliklardan xoli emas. Issiqqa bardoshliligini pastligi. Eng ko'p ishlatiladigan PKMlar faqat ma'lum harorat oralig'ida qoniqarli ishlashi mumkin. Termoplastlar 60-80°S, reaktoplastlar 120°Sgacha. Kremneorganik polimerlar va ftoroplastlar bir muncha yukqori 200°S va yuqori haroratda qoniqarli ishlaydi.

Issiqlik o'tkazuvchanligini pastligi. PKMlarni issiqlik o'tkazuvchanligi metallarga qaraganda 500-600 marta past bo'lganligi uchun, ularni tez issiqlik o'tkazish kerak bo'lgan mashina detallari sifatida, ba'zi tarmoqlarda ishlatishga qiyinchalik tug'diradi. PKMlarni issiqlik o'tkazuvchanligini oshirish uchun ularga issiqlikni yaxshi o'tkazuvchi to'ldiruvchilar (grafit, metall kukunlari) qo'shiladi.

Oquvchanlik. PKM oquvchanligi metallarnikiga qaraganda bir muncha kattaligi detallarni konstruksiyalashda qiyinchilik tug'diradi. Emirilish. (eskirish-starenie) PKMlar issiqlik, nam, tashqi yuk ta'sirida atmosferada o'zoq muddatda bo'lganda o'zini fizik-mexanik xususiyatlarini yuqotadi.

PKMlar asosini polimer tashkil qilgan, ikki va undan ortiq komponentli geterofazali sistema bo'lib, bu sistemani tashkil qilgan komponentlar fazalararo chegarada bir-biri bilan ta'sirda bo'ladi. Fazalararo chegaradagi ta'sir PKMlar xossalarini shakllanishida asosiy o'rin tutadi.

Shunday qilib, PKMLar olinish tamoili polimer asos va to'ldiruvchi orasidagi fazalararo chegarada ketayotgan hodisalarni o'rganish natijasida turli texnologik usullar yordamida oldindan belgilangan kompozitsiyani yaratishga asoslangan. Agar biz fazalar orasida ketayotgan hodisalarni boshqara olsak, o'zimizga kerak xossalarga ega bo'lgan turli xil kompozitsion materiallarni yaratishimiz mumkin.

Ma'lumki sanoatni muhim tarmoqlari yangi PKMLar yaratish bilan bevosita bog'liq qiyin. Tabiiyki, bu sohalar rivojlanib borar ekan, yangi kompleks xususiyatlarga ega bo'lgan PKMLarga ehtiyoj sezilaveradi.

Buning uchun har doim yangi kompleks xossalarga ega bo'lgan yangi polimer sintez qilib, uni ishlab chiqarishni yo'lga quyish mumkin emas. Shuning uchun hozirgi kungacha bizga ma'lum bo'lgan polimerlarni modifikatsiya qilish, ularga turli to'ldiruvchilar qo'shish hisobiga yangi polimer kompozitsion material yaratiladi. Hozirgi kunda PKMLar yaratilishini 3 yunalishi mavjud:

- Yangi fizik-mexanik xususiyatlariga ega bo'lgan polimer kompozitsion materiallar yaratish;
- Xom ashyo ba'zasi yoki PKMLar assortimentini kengaytirish uchun polimer kompozitsion materiallar yaratish;
- Sanoatda hosil bo'lgan va maishiy plastmassa chiqindilarini qayta ishlatish uchun polimer kompozitsion materiallar yaratish.

Biror bir polimer asosida turli xil to'ldiruvchilar yordamida olingan har xil kompozitsiyalarni xossalari ikkinchi faza to'ldiruvchining kimyoviy tabiatiga, uning zarrachalarini katta-kichikligiga, shakliga va tolalar orientatsiyasiga bog'lik. Ayni vaqtda turli xil polimer kompozitsiyalarni xususiyatlari birinchi o'rinda polimer matritsaga bog'lik. Polimer asos-matritsa qanday to'ldiruvchi bilan to'ldirilishidan qat'iy nazar, polimer va to'ldiruvchi bo'linish chegaralarida fazalar orasida turli xil fizik va kimyoviy jarayonlar sodir bo'lib, bu jarayonlar komponentlarni yozaro ta'sirlashuviga olib keladi. Ana shu fazalar orasidagi o'zaro ta'sir, olinayotgan mahsulotlarni asosiy xossalarini belgilaydi. Agar biz ana shu jarayonlarni mohiyatini tushunib, bu jarayonlarini boshqara olsak, oldindan xususiyatlari ma'lum bo'lgan turli xil polimer kompozitsion materiallar yarata olishimiz mumkin.

Demak, ushbu uslubiy qo'llanmadagi tajribalar orqali talabalar turli xil sharoitlarda polimerlar sintez qilishni, polimer materiallarni fizik-mexanik xossalarini aniqlashni, sintez qilish jarayoniga polimerlar xossalarini ta'siri, polimer kompozitsion materiallar tarkibiga kiruvchi ingredientlar, ularni vazifalari, ularga qo'yiladigan talablarni, oldindan xossalari rostlangan polimer materiallar yaratishni o'rganadilar.

**Amaliy ish №1**  
**Monomerlarni miqdoriy va sifat tahlili usullari**  
**1. Stirolni miqdoriy aniqlash**

Stirol (vinilbenzol) umumiy ko'rsatkichlari	kattaliklar
Molekulyar og'irligi	104,14
Zichligi	0,906
Sindirish ko'rsatkichi	1,5469
Suyuqlanish xarorati	-30,63 °S
Qaynash xarorati	145,2 °S

Ushbu amaliy ishni bajarishdan maqsad polistirol olish uchun asosiy xom a'shyo bo'lgan stirolni aniqlash. Ushbu usul stirolni kimyoviy analiz qilish, ya'ni uni vinil guruxlari reaksiyalariga asoslangan. Ularni ichida eng ko'p tarqalgani: bromlash usuli, bromid-bromat usuli va Kaufman usuli.

**Bromid-bromat usuli.** Bu usul bromid-bromat aralashmasi oksidlanganda ajralib chiqayotgan bromni stiroidagi ko'shbog'larga birikishiga asoslangan.

**Xom-a'shyo:** KVg - KVchO<sub>3</sub>-0,1 n eritmasi 50 ml, 50% li sirka kislotasi- 10-15ml, xlorid kislotasi HCl, ρ=1,19, 10% li kaliy yodid- eritmasidan 10 ml, 0,1% li natriy tiosulfat eritmasi, 1% li kraxmal eritmasi.

**Jihozlar:** 100 ml sig'imli kolba, 500 ml sig'imli, og'zi jilvirlangan kolba, 10 ml li pipetkalar, 10 ml li silindr

**Ishni bajarish tartibi:** O'lchami 100 ml bo'lgan kolbaga 10-15 ml sirka kislotasi, 0,0002 g aniqlikda tortib olingan 2gr stirol solinib, kolba o'lchamigacha sirka kislotasi bilan to'ldiriladi. Keyingi 500ml li kolabaga shu tayyorlangan monomer eritmasidan pipetka yordamida 10 ml, silindr yordamida 50 ml kaliy bromid-bromat eritmasidan, xamda 10 ml xlorid kislota solinadi. Hosil bo'lgan aralashma usti berk xolda 20 minutga qorong'i joyga qo'yib ko'yiladi. So'ngra shu aralashmaga silindr bilan 10 ml kaliy yodid eritmasidan solinadi. Hosil bo'lgan aralashma Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bilan kraxmal ishtirokida titrlanadi. Bir vaqtni o'zida nazorat uchun ikkinchi kolbaga monomer o'rniga 10 ml sirka kislotasi solib, uni ham analiz qilinadi.

Stirolni miqdori quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \times F \times 0,0052 \times 100}{A}$$

bu yerda:

V<sub>1</sub>- nazorat uchun olingan kolbadagi aralashmani titrlash uchun sarf bo'lgan 0,1 n li Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> eritmasi, mikdori, ml.

V<sub>2</sub> - stirol solingan kolbadagi aralashmani titrlash uchun sarf bo'lgan 0,1 n li Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> eritmasi mikdori, ml.

F-0,1n li  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  eritmasini keltirilgan koeffitsenti, 0,0052 - konsentratsiyasi 0,1 n bo'lgan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  eritmasiga mos bo'lgan stirok mikdori, gr. O'lchash va hisoblash natijalari quyidagi jadval bo'yicha to'ldiriladi:

Moddalar	Kolbani dastlabki massasi, gr	Kolbani Keyingi massasi, gr	Kolbani modda bilan birgalikdagi massasi, gr	Modda massasi, gr	Sarf bo'lgan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ xajmi, ml	Olingan natijalar

Topshiriq:

1. Stirokni kimyoviy analiz qiling.
2. Stirokning miqorini xisoblang.

## ***2. CHoklovchi agentlar sifatini baxolash***

Ishdan maqsad, choklovchi agentlar tabiatini va choklash sharoitini o'zgartirib to'rsimon polimerlar xossalarini sezilarli o'zgartirish.

CHoklovchi agentlar qayta ishlashning ma'lum bosqichida chiziqsimon makromolekulalarni yagona uch o'lchamli turli choklash uchun polimer kompozitsiyalar tarkibiga kiritiladi. Rezina sanoatida choklovchi birikmalarni vulkanlovchi agentlar, choklanish jarayonini vulkanlash deyiladi. Masalan, epoksid qatronlarini qotirishda turli choklovchi agentlar poliamin, dikarbon va polikarbon kislotalari, ularni angidridlari, fenol-formaldegid, karbamid, kremniy organik qatronlar va boshqalarni qo'llash hisobiga shishalanish xaroratlari, kayishqoklik modullari, mustaxkamligi turlicha bo'lgan polimer materiallar olish mumkin. Ta'sir qilish xarakteriga qarab choklovchilar qotiruvchilarga, qotirish initsiatorlariga va katalizatorlariga bo'linadilar. Qotirish initsiatorlari choklashda ishtirok etadigan erkin radikallarga parchalanadigan moddalar bo'lsa, katalizatorlar oligomerlarni bir-biri bilan yoki qotiruvchilar bilan reaksiyasini tezlashtiruvchi moddalardir. Qotiruvchilar turini polimer kimyoviy tabiatiga va sistemaning berilgan xossalariga qarab tanlanadi.

**Xom-ashyo:** To'yinmagan poliefir (PN-1), qotiruvchi sistema: metiletiketone perokisi (PMEK)- tashabuskor sifatida, naftenatni kobaltli tuzi-katalizator jadalashtiruvchi sifatida, qotiruvchi agentni to'yinmagan poliefirni eritmasi og'irligiga nisbatan 0,2; 0,6 va 1,2 % mikdorida olinadi.

**Jixozlar:** Termoshkaf, koliplar, 100 ml sig'imi kolbalar. Qoliplar davlat standartlari asosida bo'lib, o'lchamlari quyidagicha: Balandligi 15 mm, Uzunligi 120 mm, Eni 10 mm

## Ishni bajarish tartibi

To'yinmagan poliefirni stiroidagi 40% li eritmasi tayyorlanadi. 150 gr poliefir 100 gr stiroida eritiladi. Olingan aralashma 3 kismga bo'linadi. Ajratilgan 3 ta namunaga poliefir eritmasi massasiga nisbatan 0,2 ; 0,6 va 1,2 % miqdorida qotiruvchi qo'shiladi. Hosil bo'lgan aralashma tayyor qoliplarga kuyiladi. Qotirish xarorati 100°S bo'lgan termoshkaflarda 3 soat davomida amalga oshiriladi. Qotirilgan namunalarni tashqi ko'rinishi, zarbiy qovushqoqligi, mustaxkamligi, termomexanika egri chiziklari kabi fizik-mexanik xossalari orqali baxolanadi.

### Topshiriq:

1. Rezina sanoatida choklovchi agentlarni axamiyatini tushuntiring.
2. Qotiruvchilar turini polimer kimyoviy tabiatiga va sistemaning berilgan xossalariга qarab tanlang.

### Amaliy ish № 2

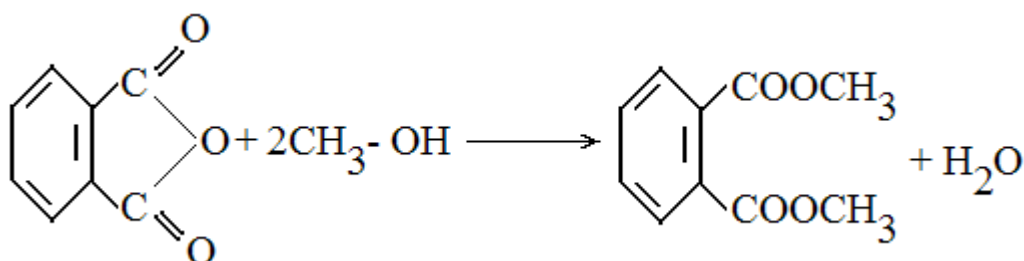
***Qoplama hosil qiluvchi polimerlar asosida lok-bo'yoq materiallar olish uchun xom ashyo va materiallar miqdori va sarf balansini xisoblash***  
(Ftal angidridi miqdorini aniqlash)

Ishdan maqsad: Ftal angidrididagi karbon kislotalar angidridi miqdorini aniqlash.

**Dastlabki moddalar:** (g. hisobida): 0.5 n natriy gidroksidi eritmasi; metilspirti; fenolftaleinning spirdagi 1 % - l eritmasi.

**Asboblari va jixozlari:** Namuna uchun byuks; sig'imi 250 ml shliflangan sharikli sovutgich o'rnatilgan konus kolbalar.

**Ishni bajarish.** Ftal angidridining massa miqdorini aniqlash. Bu usul ftal kislotaning dimetil efiri hosil bo'ladigan eterifikatsiya reaksiyasiga asoslangan:



Texnik mahsulot biroz miqdorda ftal kislotasi saqlagani uchun ftal angidridining haqiqiy miqdorini aniqlashda sinalayotgan namuna bilan ikkita titrlash o'tkaziladi. Eterifikatsiyagacha ftal angidridi va ftal kislotasini titrlash

uchun etirifikatsiyadan keyin – faqat ftal angidridi uchun zarur natriy gidroksidi eritmasi hajmi aniqlanadi.

Ftal angidridi uchun natriy gidroksidi eritmasi sarfini aniqlash uchun ikkala holatda hom titrlovchi natriy gidroksidi eritmasini tahlil uchun olingan moddaning 1 g miqdoriga nisbatan hisoblash zarur. Keyin kattaliklar farqi bo'yicha ftal angidridining hatsitsiy massa ulushi aniqlanadi.

Ftal angidridining  $S_8N_4O_3$  molyar massasi uning mol massasi yarmi (0.5) ga teng.

Ftal angidridining kattaligi 1 dan 1.2 gacha bo'lgan ikkita namunasi olinadi.

Birinchi namunani ( $M_1$ ) 80 ml yangi qaynatilgan suvda eritiladi,  $SO_2$  dan holi holda sovutiladi va fenolftalein ishtirokida 0.5 n natriy gidroksidi eritmasi bilan titrlanadi ( $V_1$ ).

Ikkinchi namunani ( $M_2$ ) 20 ml suvsiz metil spirtida eritiladi, qaytar sovutgich ulangan konus kolbada 1 soat davomida asta – sekin qaynatiladi. Keyin sovutiladi va 0.5 n natriy gidroksidi eritmasi bilan fenolftalein ishtirokida titrlanadi ( $V_2$ ). Natriy gidroksidi eritmasi sarfi ikkala holatda xam tahlil uchun olingan moddaning 1 grammiga hisoblanadi. Buning uchun ikkala titrlashda sarf bo'lgan natriy gidroksidi xajmini aynan o'sha aniqlashga olingan namuna miqdoriga bo'linadi:  $V_1/M_1$  va  $V_2/M_2$ . So'ngra ftal angidridining massa ulushi  $X$  (%) xisoblanadi:

$$X = (V_1/M_1 - V_2/M_2) K 0,0375 \cdot 100$$

Bu yerda:  $K$  – natriy gidroksidining 0.5 n eritmasi uchun tuzatish koeffitsienti;

0.03725 – agar ftal angidridi reaksiyasi 22.4 % gacha borganda, aniq 1  $sm^3$  0.5 n natriy gidroksidi eritmasiga to'g'ri keladigan ftal angidridi massasi;

### Topshiriq:

1. Ba'zi ko'p asosli kislotalar formulasini yozing.
2. Ko'p atomli spirtlar va ko'p asosli kislotalarning o'zaro ta'sirlashuv mexanizmini tushuntiring.
3. Asosiy modda miqdorini aniqlang.

### Amaliy ish № 3

#### *Noorganik pigmentlarning umumiy tahlil usullari*

Ishdan maqsad: Bu ishlar ko'pgina noorganik pigmentlarga xos bo'lgan ayrim umumiy tahlil turlariga tegishli.

**Xom a'shyo:** (g. hisobida): Turli xil pigmentlar; distillangan suv.

**Asboblar va jixozlar:** Namuna olish uchun byuks; chini tigel № 2; indikatorlar quritgich, pech, tomchilatgich, konus kolbalar, filtrlar.

**Ishni bajarish.** Namlik miqdorini aniqlash. Yon tomonlari pastroq bo'lgan byuksda aniq tortib olingan pigment namunasi 105°S haroratda 1 - 2 soat davomida o'zgarmas (doimiy) og'irlikkacha quritiladi.

Namlikning protsent miqdori quyidagi formuladan hisoblanadi.

$$\% \text{H}_2\text{O} = \frac{b - c}{a} \cdot 100$$

Bu yerda:  $a$  – pigment namunasi og'irligi, g;

$b$  – pigment bilan byuksning birgalikda quritilgunicha bo'lgan og'irligi, g;

$s$  – qurigandan keyingi og'irligi, g.

*Qizdirilgandagi yo'qotilishini aniqlash.* Aniq (1–5 g) pigment namunasi chinni tigelga №2 solinib 600–700°S haroratda doimiy og'irlikkacha qizdiriladi.

Qizdirilgandagi yo'qotishni protsentda quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$X = \frac{b - c}{a} \cdot 100\%$$

Bu yerda:  $a$  – pigment namunasi og'irligi, g;;

$b$  – tigelning pigmenti bilan birgalikda qizdirilgunicha bo'lgan og'irligi, g;

$s$  – qizdirilgandan keyingi og'irligi, g.

*Suvda eruvchan tuzlar miqdorini aniqlash.* Aniq (3 - 5 g) pigment namunasi, 100 ml distillangan suvda aralashtiriladi, qaynatilgunicha qizdiriladi va 5 minut qaynatiladi. Stakancha ichidagi sovigach, sig'imi 300 ml o'lchagich kolbaga o'tkaziladi, ko'rsatilgan belgigacha distillangan suv qo'shiladi, aralashtiriladi va tindirib quyiladi. Dastlabki 25 – 50 ml aralashmani to'kib tashlab, tingan eritmaquruq kolbaga filtrlanadi. Kolbadan tomchilatgich bilan 100 ml eritmani olinadi va avvaldan tortib o'lchangan chinni idishchaga quyiladi. Idishcha ichidagi eritma qurigunicha bug'lantiriladi va 100 – 105°S haroratda doimiy og'irlikkacha quritiladi. Suvda eruvchan tuzlarning protsent miqdori quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$\% \text{Тузлар} = \frac{(b - c) \cdot V}{a \cdot o} \cdot 100$$

Bu yerda:  $a$  – pigment namunasi og'irligi, g;;

$b$  – idishcha bilan cho'kmaning quritilganidan keyingi og'irligi, g;

$s$  – ... idishcha og'irligi, g.

$V$  – o'lchagich kolba xajmi, ml.

$o$  – tomchilatgich xajmi, ml.

Suv “tortish” reaksiyasini aniqlash. Idishda 3 g pigment va 300 ml distillangan suv solib qizdirilgan eritma filtrlanadi, unga bir bo‘lakcha qizil va ko‘k lakmus qog‘ozni tashlanadi. Qizil qog‘ozning ko‘karib qolishi ishqoriy reaksiya, ko‘k qog‘ozning qizil rangga o‘tib qolishi kislotaviy reaksiyani ko‘rsatadi.

### Topshiriq:

1. Pigmentlarning sinflanishi.
2. Pigmentlarning asosiy tavsiflari.
3. To‘ldiruvchilar va pigmentlar orasidagi farqni tushuntiring.

### Amaliy ish №4

*Termoplastlar va reaktoplastlar asosida polimer kompozitsion materiallar olish uchun ingradientlarni miqdori sarfini xisoblash va optimal miqdorini aniqlash (Pentaeritrit miqdorini aniqlash)*

Ishdan maqsad: Kraft usulida monopentaeritrit miqdorini aniqlash.

**Xom a’shyo:** (g. hisobida): Yangi xaydalgan benzaldegid, etil spirti – rektifikat, HCl rN = 1.19

**Asboblari va jixozlari:** Sig‘imi 100 ml shliflangan tiqinli konus kolbalar; sig‘imi 10 ml o‘lchagich silindr; sig‘imi 2 va 5 ml tomchilatgichlar; Shott filtri; Bunzen kolbasi.

**Ishni bajarish.** Bu usul pentaeritritning benzoy aldegid bilan o‘zarota sirlashuviga asoslangan, buning natijasida nordonmuhitda dibenzolpentaeritrit hosil bo‘ladi:

0.0002 g aniqlikda o‘lchab tortib olingan 0.5 g pentaeritrit 10 ml distillangan suvda eritiladi, kolbaga 10 ml etilspirti, 2 ml konsentrlangan xlorid kislotasi va 2 – 2.5 ml benzoy aldegid qo‘shiladi. So‘ngra aralashtiriladi va 24 soat xona haroratida saqlanadi. Cho‘kkan kristallarni Shott filtrida tozalanadi, neytral reaksiyagacha sovuq suvda yuviladi va 105 - 110°S haroratda termostatda quritiladi.

Ikkita namuna tahlil qilinadi va natija sifatida o‘rtacha qiymat qabul qilinadi. Pentaeritrit miqdori X (%) quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$X = \frac{(G + 0.0377) - 0.4539 - 100}{g}$$

Bu yerda:  $G$  – dibenzolpentaeritrit miqdori, g;

0.4539 – 1 g dibenzolpentaeritritga eruvchanligi uchun tuzatish koeffitsienti;

0.0377 - dibenzolpentaeritritga eruvchanligi uchun tuzatish koeffitsienti;

$g$  – pentaeritrit namunasi og‘irligi, g.

## Ilova

1. Ishlatilayotgan suv, etilspirti va xlorid kislota aralashmasida dibenzolpentaeritrit qisman eriydi. Agar 0.0377 tuzatish koeffitsienti e'tiborga olinmasa, u xolda natija o'rtacha 2.5 % ga pasayadi.
2. Bu usuldan toza pentaeritritni hamda dipentaerit va pentaeritritning boshqa kondensatsiya mahsulotlari bilan qo'shib ketgan pentaeritritni ham aniqlashda foydalanish mumkin.

### Topshiriq:

1. Ko'p atomli spirtlar formulalarini yozing.
2. Ko'p atomli spirtlar va ko'pasosli kislotalarning o'zaro ta'sirlashuv mexanizmini tushuntiring.
3. Asosiy modda miqdorini aniqlang.

## Amaliy ish № 5

### *Polimer kompozitsion materiallar eritmalarining qovushqoqligini viskozimetrik usulda aniqlash*

**Ishning maqsadi:** turli xil konsentratsiyali polimer eritmaları qovushqoqligini aniqlab, molekulyar massani hisoblash.

**Reaktivlar:** poliakrilamid, polivinilpirridon, polistirol, polimetilmetakrilat

**Jihozlar:** termostat, modifikatsiyalangan Ubbelode viskozimetri, sekundomer, pipetka, rezina nok, rezina naycha.

**Ishning bajarilishi:** Ushbu tajribalar termostatda ma'lum bir xaroatda amalga oshiriladi. Toza quritilgan viskozimetrga naychani berkitib turgan holda rezina nok yordamida toza erituvchi sharchaning yuqori qismigacha ko'tariladi. Naycha ochilgan vaqtda suyuqlik sharchaning pastki qismiga qarab oqa boshlaydi. Sharchaning yuqori qismidagi belgidan to pastki qismidagi belgigacha suyuqlikning oqib o'tish vaqti o'lchanadi. O'lchashlar 3-4 marta takrorlanadi. O'lchanishi lozim bo'lgan eritmaning 4 xil konsentratsiyali eritmaları (1%; 0,5%; 0,125%; 0,25%;) tayyorlanadi. O'lchashlar konsentratsiyasi eng kichigidan boshlanadi. Olingan natijalar quyidagi jadvalga kiritiladi.

№	Eritmaning konsentratsiyasi, C	Toza erituvchining oqish vaqti, sek. $\tau_0$	Eritmaning oqish vaqti, sek. T	$\eta_{nib} = \tau_1/\tau_0$	$\eta_{sol} = \tau_1/\tau_0 - 1$	$\eta_{kel} = \eta_{sol}/C$

**Vazifa:** 1. olingan natijalardan  $\eta_{kel}$  qovushqoqlikning konsentratsiyaga bog'liq grafiqi chiziladi. Grafikdan xarakteristik qovushqoqlik topiladi va polimerning molekulyar massasi topiladi.

## Amaliy ish № 6

### *Qattiq ko`pik poliuretanlar kompozitsiyasini yaratish*

Ishdan maqsad, turli plastmassalar olishda o`rganiladigan qonuniyatlar bilan kafedra xodimlari tomonidan ishlab chiqilgan ko`pik poliuretanlar olish misolida tanishish va qonuniyatlarni o`rganish.

Qattiq ko`pik poliuretanlar (QKPU) di- va poliizotsianatlarni gidroksil guruhi saklovchi oligomerlar bilan katalizatorlar, sirt faol moddalar va boshqa maqsadli qo`shimchalar ishtirokida ta`sirlanishi natijasida olinadi.

QKPU ikki xil -bir bosqichli va forpolimer-usullar bilan olinadi.

Bunda quyidagi reaksiyalar ketadi:

- izotsianat guruhi saqllovchi forpolimer olish;
- forpolimer yoki izotsianat saqllovchi moddali gidroksil saqllovchi komponent bilan aralashtirilganidan so`ng, zanjirni uzayishi va reaksiyon massani ko`pirishi;
- ko`pirgan polimerni qotishi.

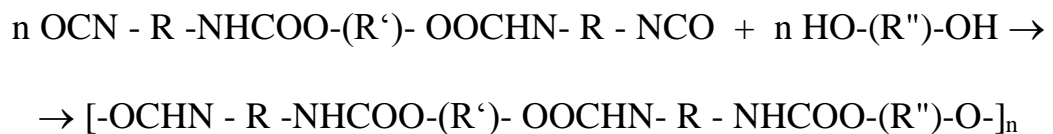
Izotsianat guruhli forpolimerlar di- va poliizotsianatlarni gidroksilsaqllovchi birikmalar bilan 2:1 nisbatda reaksiyaga kirishishi xisobiga xosil bo`ladi:



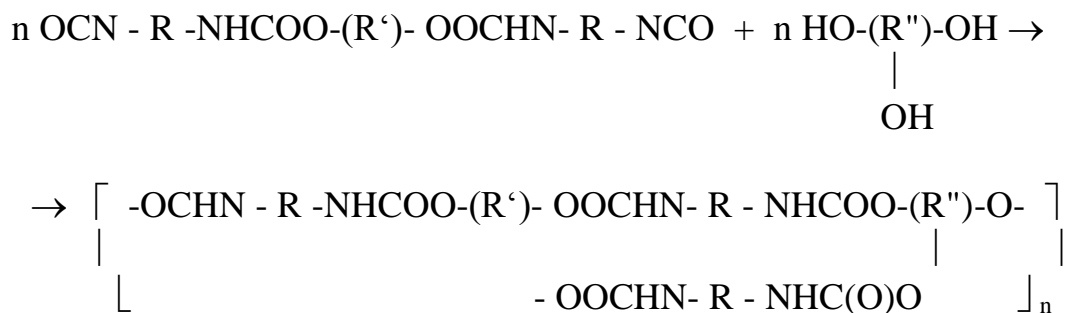
Bu reaksiyani borish tezligini rostdash uchun katalizatorlar ishlatiladi.

Zanjirni uzayishi qo`shimcha ravishda qo`shilgan poliefirpoliollar bilan ta`sirlashish va reaksiyon massani ko`pirishi erkin izotsianat guruhlarini suv bilan reaksiyalari hisobiga quyidagicha sxemalar bo`yicha boradi:

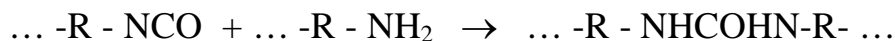
-funktsonalligi ikkiga teng bulgan poliefirpoliollar qo`llanilganda:



-funktsonalligi uch va undan yuqori bulgan poliefirpoliollar qo`llanilganda:



-suv bilan ko`pirtirish reaksiyasi:



QKPUlar qotishi funktsionalligi uch va undan yuqori bo`lgan poliizotsianatlar va poliefirlar qo`llanilishi hisobiga olinadi.

Ko`pirtirishni fizikaviy usuli ham mavjud. Bu holda ko`pirtiruvchi vosita sifatida engil uchuvchan suyuqliklardan yoki gazlardan foydalaniladi. Birinchi holda uretan xosil bo`lish reaksiyasi natijasida ajralib chiqqan issiqlik hisobiga suyuqlik gaz holatiga o`tkaziladi. Hosil bulgan gaz yoki kiritilgan gaz (ikkinchi hol) massani ko`pirtirib gaz fazasini hosil qiladi.

QKPU olishda yuqorida aytib o`tilgan di- va poliizotsianatlar, gidroksil guruhli oligomerlar, katalizatorlar, suv, fizik ko`pirtiruvchi agentlardan tashqari sirt faol birikmalar ham qo`llaniladi. Ularning vazifasi dastlabki komponentlarni (poliefirlar, izotsianatlar, katalizatorlar, suv va boshqalarni) emul'siya holiga keltirish, govaklarni hosil bo`lish tezligini va o`lchamlarini rostlash, hamda ko`pikning turgunligini ta`minlashdir. QKPU ishlab chiqarishda sirt faol moddalar sifatida kremniyorganik birikmalar qo`llaniladi.

Sanoatda qattiq ko`pik poliuretanlar olish alohida tayarlab olingan komponent "A" bilan komponent "B" ni aralashtirishga asoslangan va jixozlar ham shu tamoyil asosida loyihalangandir.

Komponent "A" gidroksil saqllovchi oligomerlar bilan katalizator, ko`pirtiruvchi agentlar, sirt faol moddalar va shu kabilarni aralashtirib olinadi. Di- va poliizotsianatlar komponent "B" ni tashkil etadilar.

Gidroksil guruhi saqllovchi oligomerlar tabiatini, ya`ni uni molekulyar massasini, gidroksil guruhlari soni va turini (birlamchi, ikkilamchi) o`zgartirib tikilish darajisini o`zgartirish va demak, yumshoq, elastik polimerdan tortib to mo`rt, qattiq ko`pik poliuretanlar olish mumkin.

QKPU olish jarayonining texnologik ko`rsatkichlari quyidagilardir: komponentlar harorati, xona harorati, komponent "A" ni komponent "B" ga massa/xajm nisbati, kompozitsiyani ko`pirishini boshlanish vaqti, gel hosil bo`lish vaqti, va ko`pirish vaqti, QKPU tuyulma zichligi. Bu ko`rsatkichlardan oxirgi to`rtasi xom ashe sifatini belgilash uchun ham qo`llaniladi.

**Ko`pirish boshlanish vaqti** – "A" va "B" komponentlar aralashmasini qorishtirish boshlangan vaqtdan to kompozitsiya sezilarli ko`tarilishi boshlanguncha bo`lgan vaqt.

**Gel hosil bo`lish vaqti** – qorishtirish boshlangan vaqtdan kompozitsiyaga shisha tayoqcha botirilganda ko`pirayotgan massadan iplar cho`zilib chiqish boshlanish payitigacha bo`lgan vaqt

**Ko`pirish vaqti** – qorishtirish vaqtdan to massani ko`pirishi to`xtaguncha bo`lgan vaqt.

**Tuyulma zichlik** – QKPU namunasining og`irligini uning xajmiga nisbatidir.

**Xom ashyo:** Jadvalda keltirilgan miqdorlarda (mass. qism) olinadi.

Ko`rsatkichlar	TOPSHIRIQLAR							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>KOMPONENT "A"</b>								
Laprol-805 (poliefirpoliol)	20	18	20	20				
Lapramol-294 (katalizator)	9	11	9	9	10	8,33	6,66	8,33
Furfuril oligomeri (poliefirpoliol)					23,3	25	26,7	25
Dietilenglikol					3	3	3	3
Suv	0,45	0,45	0,25	0,50	0,5	0,5	0,5	0,5
Kremniyorganik sirt faol modda (KЭP-2)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,33	0,33	0,33	0,33
<b>KOMPONENT "B"</b>								
Poliizotsianat	45	50	44	60	33,3	36,6	30	36,6

**Jixozlar:** Torozi; sekundomer; parrakli aralashtirgich; xajmi taxminan 500 sm<sup>3</sup>, asosinig diametri 70-80 mm bo`lgan polietilen yoki po`lat stakan; o`lchami 150x150x100 mm bo`lgan ichiga qog`oz qo`yilgan karton qutisi.

Oldindan tortilgan polietilen yoki boshqa turdagi xajmi 500 sm<sup>3</sup> bo`lgan stakanga topshiriq bo`yicha berilgan tarkib bo`yicha moddalar quyidagi tartibda tortiladi: katalizator, gidroksil saqllovchi oligomer va qo`shimchalar, sirt faol modda, ko`pirtiruvchi agent. Bunda moddalar harorati (20±2)<sup>0</sup>S bo`lishi kerak. Tortilgan komponent "A" katta tezlikda aralashtirgichda 2-3 min davomida yaxshilab aralashtiriladi. Aralashtirgichning paragi stakan tagiga tegib turishi lozim. Aralashtirish jarayonida stakan ikki qo`llab siqib ushlanadi (bo`sh ushlansa stakanni aralashtirgich qo`ldan urib otib yuborish xavfi bor). Aralashtirish jarayonida stakan chapga va o`nga vaqti-vaqti bilan aylantirib turiladi. Yaxshilab aralashtirilgan komponent "A" aralashtirgichdan olinadi (ehtiyot bo`ling aralashtirgich parragida qolgan komponent yuqi kiyimingizga otiladi!) Bunda avval aralashtirgich parragi aralashmadan taxminan 1 sm ga ko`tariladi va 1-2 sek ushlab turilib aralashtirgich to`htatiladi. Stakan aralashtirgich parragi tegmaydigan qilib ushlab turilgan xolda, komponent "A" ustiga oldindan tortilgan di- yoki poliizotsianat solinadi. Aralashtirgich manbaaga ulanadi va kompozitsiyaga ehtiyotlik bilan tez parrak tushirilib 3-4 sek davomida shiddatli qorishtiriladi. Parrak kompozitsiyaga botirilishi bilan texnologik ko`rsatkichlarni aniqlash uchun sekundomer ishga tushiriladi. So`ng tezlikda parrak kompozitsiyadan chiqariladi, aralashtirgich manbaadan uziladi va massa oldindan ichiga qog`oz yozilib tayyorlab quyilgan karton qutiga quyiladi. Ko`pirayotgan kompozitsiyali qutini to ko`pirish tugaguncha joyidan qo`zg`atish tavsiya qilinmaydi. Ko`pirayotgan

massada ko`pirish boshlanishi, gel va ko`pirish vaqtlari o`lchanadi. Olingan QKPU 3 soat davomida karton qutida xona haroratida ushlab turiladi va keyin topshiriqqa binoan sinovlar uchun namunalar qirqishga olinadi.

### **Topshiriq:**

1. Turli kompozitsiyalarda olingan qattiq ko`pik poliuretanni texnologik xossalarini (ko`pirish boshlanish, gel va ko`pirish vaqtlarini) solishtiring va farqlarga izox bering.
2. Bir sutka ushlangan ko`pik plastikdan standart namunalar qirqib olib, ko`pik poliuretanni tuyulma zichligi, siqilish va egilishga mustaxkamligini o`rganing.

### **Asosiy adabiyotlar ro`yxati:**

1. William D. Callister, David G. Rethwisch. Materials Science and Engineering, 9th Edition SI Version, USA, Wiley, 2014.
2. Jose Asua. Polymer Reaction Engineering, USA, Wiley-Blackwell, 2007.
3. Griskey R. Polymer Process Engineering, USA, Springer Science & Business Media, 2012.
4. Lipatov Yu.S. Kompozitsionnie polimernie materialy. Kiev., "Naukova dumka", 1976, 192 s.
5. Lipatov Yu.S. Fizicheskaya ximiya napolnennix polimerov. M., Ximiya., 1977g. 305s.
6. Lipatov Yu.S. Budushee polimernix kompozitsiy. Kiev., "Naukova dumka", 1984g. 135s.
7. T.A.Nizamov, M.G.Ishmuxamedova. Polimer kompozitsion materiallar yaratishning asoslari. Ma`ruzalar matni. Toshkent., 2017 yil.
8. Lipatov Yu.S. Mejfaznie yavleniya v polimerax. Kiev., "Naukova dumka", 1980g. 260s.

### **Qo`shimcha adabiyotlar ro`yxati:**

1. Deryagin B.V., Krotova N. A. i dr. Adgeziya tverdix tel. M., Nauka., 1973, 280 s.
2. Menson Dj., Sperling L. Polimernie smesi i kompoziti. M., Ximiya. 1981,734s.
3. Lipatov Yu.S. Napolniteli dlya polimernix kompozitsionnix materialov. M., Ximiya., 1981., 734 s.
4. Lipatov Yu.S. i dr. Promishlennye polimernie kompozitsionnye materialy. M., Ximiya., 1980,472 s.

O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O`RTA MAXSUS  
TA`LIM VAZIRLIGI  
NAMANGAN MUHANDISLIK -TEKNOLOGIYA INSTITUTI  
«KIMYOVIY TEKNOLOGIYA» kafedrası



«POLIMER KOMPOZITSION MATERIALLARNI YARATISH ASOSLARI »

*Fanidan*

*5320400-Kimyoviy texnologiya (yuqori molekulali birikmalar) ta`lim  
yo`nalishi talabalari uchun tajriba mashg`ulotlarini bajarishga  
mo`ljallangan uslubiy ko`rsatma*

Namangan– 2022

Mazkur uslubiy ko`rsatma TKTIning № BD 5320400-4.02 bilan 2019 yil 19.04 da ro`yxatga olingan, 02.08.2019 yilda OO`MTV tomonidan tasdiqlangan namunaviy dastur asosida tayyorlandi.

Tuzuvchilar:	S.S. Zokirov	NamMTI, Kimyoviy texnologiya kafedrası o`qituvchisi t.f.b.d PhD
Taqrizchi:	R.Abdullayev	SARATOV qo`shma fakulteti dotsenti

“Kimyoviy texnologiya” kafedrasining 2022 - yil \_\_\_\_\_ dagi № \_\_\_\_ - sonli yig`ilish bayonnomasi bilan tasdiqlangan hamda institut o`quv-uslubiy kengashida ko`rib chiqishga tavsiya etilgan.

Namangan muxandislik-texnologiya instituti o`quv-uslubiy kengashining 202-yil \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_ -sonli bayonnomasi bilan tasdiqlangan.

## ***KIRISH***

Ushbu qo'llanma "Polimer kompozitsion materiallarni yaratish asoslari" bo'yicha nazariy bilimlarni takrorlab, polimer materiallar, ularni xossalari, polimer kompozitsion materiallar yaratishda har bir komponentni roli, ingradientlarni tanlash, ma'lum bir xossaga ega bo'lgan polimer materiallar yaratish bo'yicha nazariy bilim va tajriba mashg'ulotlarini o'z ichiga olgan.

Laboratoriya ishlarini bajarish orqali, talabalar yangi polimerlar yaratish muammolari, kompozitsion materiallar olishni, polimer va polimer materiallar uchun xom ashyoni tanlashni, ishlab chiqarishda oldindan xossalari va chiqish foizlarini qanday yo'llar bilan boshqarish mumkinligini o'rganadilar. Ushbu qonuniyatlarni talabalar laboratoriya ishida biron-bir polimer kompozitsion material olishda o'rganadilar.

### ***PKMlardagi fazalararo hodisalarning fizik-kimyoviy nazariyasi.***

Polimer kompozitsion materiallar yaratishning nazariy asoslari quyidagi asosiy qismlardan iborat:

- Polimerlarni to'ldiruvchi sirtidagi adsorbsiyasi va adgeziyasi nazariyalari.
- Polimerlarni oraliq va fazalararo qatlam hosil qilish nazariyalari.
- Polimerlarni to'ldiruvchilar bilan kuchaytirish nazariyasi.

YUMB asosida PKM yaratish polimer va qattiq jism (asosan to'ldiruvchi) orasidagi sirt xodisalarining fizik-kimyosiga asoslangan. Bu sirt hodisalariga polimer bog'lovchi va to'ldiruvchi orasidagi adsorbsiya, namlanish, adgeziya xodisalari kiradi.

PKMlar xossalarini tushinishda polimerni dispers to'ldiruvchi sirtidagi yupqa ustki qatlam ustidagi yoki armirlangan tola ustidagi xatti-harakatlarini o'rganish muhim o'rin tutadi.

Adabiyotlardan ma'lum bo'lishicha polimer bilan to'ldiruvchi orasidagi hosil bo'lgan qatlamlar ustidagi polimerni xossalari uni aynan o'zining ya'ni hajmdagi xossalardan farq qiladi, Modomiki, PKMlarda polimer fazaning katta qismi sirtki qatlam holatida ekan, chegaraviy qatlam strukturasi o'rganish PKMlar fizik-kimyosining asosiy masalalaridan biri hisoblanadi. Bu masalani tushunish uchun biz avvalo shu chegaraviy qatlamni hosil bo'lishini o'rganishimiz kerak.

PKMlar yaratishda birinchi texnologik jarayon bu to'ldiruvchi sirtini (ustini) polimer bog'lovchi bilan namlash jarayoni hisoblanadi. Bunda polimer bog'lovchi molekulalarini to'ldiruvchi bilan adsorbsion bog'lanishi va to'ldiruvchi sirtida polimer adsorbsion qatlamini vujudga kelishi yuz beradi. Demak, polimer adsorbsion qatlamining hosil bo'lishi, ya'ni polimer adsorbsiyasi PKMlar shakllanishining dastlabki akti bo'lib, u polimerni to'ldiruvchi yuzasiga adgeziyasida va sirtqi qatlam hosil bo'lishida asosiy omil hisoblanadi.

Polimer adsorbsiyasi faqat chegaraviy qatlam xususiyatlarini emas, balki adgezion ta'sir xarakterini va yaratilayotgan PKMlar mustahkamligini ham belgilaydi. Polimer makromolekulalarini qattiq sirtidagi adsorbsiyasi QMBlar adsorbsiyasidan o'ziga xos ravishda va tubdan farq qiladi.

Adsorbirlangan molekulalarda molekulalararo ta'sirni mavjudligi va uni adsorbirlangan bog'lar konformatsiyasiga ta'siri, makromolekulalarning egiluvchanligini adsorbsiyaga ta'siri kabilar YUMBlar adsorbsiyasini QMBlar adsorbsiyasidan farq qiluvchi birinchi tomonidir.

Polimerlar adsorbsiyasining yuqorida keltirilgan o'ziga xos xususiyatlari suyuq polimer smolalarini (bog'lovchilarni) qotguncha sirt bilan bevosita ta'siri uchun ham o'z ahamiyatini saqlaydi. Chunki har qanday smola, har qanday polimer individual modda emas, u doimo turli molekulyar massaga ega bo'lgan fraksiyalar yig'indisi, buni QMB lardagi YUMBlar fraksiya eritmasi deb qarash mumkin. Shuning uchun biz bunday adsorbsiyani eritmalardan adsorbsiyalanishi deb qarashimiz mumkin.

PKM olishda polimer bog'lovchilar faqat polidispers bo'libgina kolmay, balki ko'p komponentli ham bo'lishi mumkin. Ular tarkibiga ko'pgina turli turdagi kushimchalar reaksiyani jadallovchilar, qotiruvchilar kabi komponentlar kirishi mumkin. Bunday ko'p komponentli polidispers bog'lovchilar ishlatilganda qotirish jarayonigacha sirtida qandaydir komponentlar aralashmasini adsorbsiyasi sodir bo'ladi. Ma'lumki, avvalo katta aktivlikka ega bo'lgan komponentlar adsorbsiyalanadi. Bunday adsorbsiyalanish natijasida qotirilayotgan polimer sirti yaqinida komponentlar taqsimlanishi o'zgaradi. Ayni vaqtda sirtki qatlamning turli zonalarida komponentlarning tarqalishi turlicha bo'lganligi uchun bog'lovchini qotirishda katnashayotgan komponentlar bilan boradigan reaksiya sharoitlari ham o'zgaradi. Bundan tashqari reaksiya borishi mobaynida reaksiyaga kirayotgan moddalar va hosil bo'layotgan polimer molekulalari sirt bilan turlicha bog'lanadilar, bu esa reaksiya tezligiga ta'sir ko'rsatadi. Bu tezlik esa PKMlar olishda xal qiluvchi asosiy omildir. Adsorbsion ta'sir natijasida reaksiya tezligini o'zgarishi, selektiv adsorbsiya natijasida sirtidan komponentlarni turli o'zoklikda bo'lishi polimer strukturasi ta'sir qiladi ya'ni, bir xil sharoitda (harakat, bosim, komponentlar nisbati, katalizator konsentratsiyasi) olingan polimer strukturasi va reaksiya borish sharoitlari xuddi shu sharoitda lekin to'ldiruvchisiz olingan polimer strukturasiidan farq qiladi. Demak, PKMlar shakllanishida, polimer matritsa ko'p komponentli bo'lganda komponentlarni selektiv adsorbsiyasi asosiy rol uynaydi. Bu omillarni barchasi to'ldiruvchi bilan polimer matritsa orasida hosil bo'layotgan chegaraviy qatlamda polimer matritsa strkurasini o'zgarishiga olib keladi, bu esa o'z navbatida PKMlarni barcha xossalariga ta'sir ko'rsatadi.

Demak, adsorbsiya PKMlar shakllanishi sharoitlari va xossalarini belgilovchi muhim omil ekan.

## *Turli tarkibli polimer kompozitsion materiallar olishga doir tajribalar*

### **Laboratoriya ishi № 1**

#### **Laboratoriya sharoitida polimer kompozitsion materiallar olish**

**Ishning maqsadi:** Laboratoriya sharoitida turli tarkibli polimer kompozitsiyalar olish.

**Xom ashyo:** polivinilxlorid polimeri kukuni, turli xil stabilizatorlar, to'ldiruvchi.

**Jihozlar:** Laboratoriya qorishtirish uskunasi (blender), analitik torozu, laboratoriya xovonchasi.

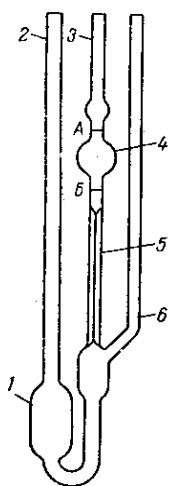
**Ishning bajarilishi:** Tarkibiga xech qanday qo'shimchalar qo'shilmagan toza polivinilxlorid kukunidan 2 gr analitik torozuda 0,0000 aniqlikda tortib olinadi. Unga 0,5-1% miqdorda turli hil barqarorlovchilar qo'shiladi. Avval laboratoriya xovonchasi yordamida, so'ngra laboratoriya qorishtirgichi yordamida aralashma yaxshilab aralashtiriladi. Aralashtirish xarorati 40-50<sup>0</sup>S.

#### **Topshiriq:**

1. Olingan kompozitsiyalarda destruksiya harorati va barqarorlovchilar miqdorini destruksiya xarorati va vaqtiga ta'siri aniqlansin.

### **Laboratoriya ishi № 2**

#### **To'ldiruvchi turini qorishma oquvchanlik ko'rsatkichiga ta'sirini o'rganish va aniqlash**



Rasm 2. Ubellode viskozimetri (kapillyarli viskosimetr)  
1-idish; 2,3,6,-найчалар;  
4-o'lchash sharigi;

**Ishning maqsadi:** turli xil konsentratsiyali polimer eritmaları qovushqoqligini aniqlab, molekulyar massani hisoblash.

**Xom ashyo:** poliakrilamid, polivinilpirridon, polistirol, polimetilmetakrilat

**Jihozlar:** termostat, modifikatsiyalangan Ubbelode viskozimetri (Rasm 2.), sekundomer, pipetka, rezina nok, rezina naycha.

**Ishning bajarilishi:** Ushbu tajribalar termostatda ma'lum bir xaroratda amalga oshiriladi. Toza quritilgan viskozimetrga naychani berkitib turgan holda rezina nok yordamida toza erituvchi sharchaning yuqori qismigacha ko'tariladi. Naycha ochilgan vaqtda suyuqlik sharchaning pastki qismiga qarab oqa boshlaydi. Sharchaning yuqori qismidagi belgidan to pastki qismidagi belgigacha suyuqlikning oqib o'tish vaqti o'lchanadi. O'lchashlar 3 – 4 marta takrorlanadi. O'lchanishi lozim bo'lgan eritmaning 4 xil konsentratsiyali eritmaları (1%; 0,5%; 0,125%; 0,25%;) tayyorlanadi. O'lchashlar konsentratsiyasi eng kichigidan boshlanadi. Olingan natijalar quyidagi jadvalga kiritiladi.

№	Eritmaning konsentratsiyasi, C	Toza erituvchining oqish vaqti, sek. $\tau_0$	Eritmaning oqish vaqti, sek. $\tau$	$\eta_{\text{nisb}} = \tau_1/\tau_0$	$\eta_{\text{sol}} = \tau_1/\tau_0 - 1$	$\eta_{\text{kel}} = \eta_{\text{sol}}/C$

### Topshiriq:

1. Olingan natijalardan  $\eta_{\text{kel}}$  qovushqoqlikning konsentratsiyaga bog'liq grafigini chizing.
2. Grafikdan xarakteristik qovushqoqlikni toping va polimerning molekulyar massasini aniqlang.

### Laboratoriya ishi № 3

#### Polivinilxlorid asosidagi kompozitsiyalar destruksiyasini o'rganish

**Ishning maqsadi:** stabillangan va stabillanmagan polivinilxloridning destruksiya (degidroxlorlanish) reaksiyasini tekshirish.

**Xom ashyo:** lakmus qog'oz, polivinilxlorid namunalari, qo'rg'oshin stearat

**Jihozlar:** ikkita issiqqa chidamli probirka, 170-175<sup>0</sup>S gacha qizdiriladigan hammom (yog' muxiti).

**Ishning bajarilishi:** Birinchi probirkaga 0.5gr PVX, ikkinchi probirkaga 0.5 gr PVx bilan 0.05gr qo'rg'oshin stearati aralastirilib solinadi. Probirkalarning pastki qismiga suv bilan ho'llangan lakmus qog'ozini joylashtirib, astagina yog'och yopqich bilan yopiladi. Probirkalarni moy hammomiga tushirib 10-15 minut davomida qizdirib destruksiya davomida indikator va polimer rangining o'zgarishi kuzatiladi.

### Topshiriq:

1. Stabillanmagan PVXnig degidroxlorlash reaksiyasi mexanizmini tushuntiring va yozing
2. Stabilizatorning rolini tushuntiring.

### Laboratoriya ishi № 4

#### Lok-bo'yoq materiallar adgeziyasini aniqlash

**Ishning maqsadi:** Lok-bo'yoq materiallarni sirtga adgeziyasini aniqlash.

Lok-bo'yoq materiallar adgeziyasi ikki hil usul bilan aniqlanadi: panjarali kesish usuli, paralel kesish usuli.

Panjarali kesish usuli (metod reshetchatogo nareza) ma'lum sirtga qoplangan plenkani ustidagi chizilgan panjaralaridan ko'chib tushgan yacheykalari sonini aniqlashga asoslangan. Ikkinchi usul yopishqoq lentani qoplama surtilgan sirdagi plenkani ko'chirib olishga asoslangan.

Reaktiv va materiallar: metall plastinkalar, PF-115 emali, solvent, uayt-spirit, polietilen lenta.

Jihozlar: metall chizg'ich, skalpel, mikrometr MK-025, ITP-1 qalinlik o'lchovchi asbob (tolshinometr), VZ-4 viskozimetr, bo'yoq purkagich, quritish pechi.

#### Reshetkali kesish usuli

Oldindan tayyorlab qo'yilgan lok-bo'yoq materiali qoplangan namunadagi qoplama qalinligi aniqlab olinadi. Ushbu namunadagi qoplama ustiga skalpel yordamida kichik o'lchamlarda paralel chiziqlar kvadrat shaklida chizib chiqiladi. Chiziqlar tortib olinganidan so'ng ko'chib tushgan qoplama zarrachalari mo'yqalam yordamida tozalab olinadi. Adgeziya ballar yordamidabaholanadi.

Vazifa: olingan namunalarni quyidagi shkala bo'yicha baholang:

Baholash ko'rsatkichlari	Ball
Har bir hosil qilingan kvadratlarni chetlari tekis	1
Kvadratlarni chetlari bilinar bilinmas darajada salgina ko'chgan	2
Har bir kvadrat sirtida 35% gacha ko'chishni yaqqol kuzatish mumkin	3
Kvadratlarni ayrimlari batamom ko'chib tushgan.	4
Har bir kvadrat ichi 35% dan ziyod ko'chgan	

#### Paralel kesish usuli

Tekshirish uchun namunalar yuqoridagi ishdagi kabi tayyorlab olinadi. Ushbu namuna ustiga metall chizg'ich va skalpel yordamida chiziqlar tortiladi. Ushbu namuna ustiga perpendikulyar ravishda 10x100 o'lchamdagi polietilen lenta yopishtiriladi. Shundan so'ng chaqqon xarakat bilan lenta qoplama ustidan ko'chirib olinadi.

Vazifa: olingan namunalarni quyidagi shkala bo'yicha baholang:

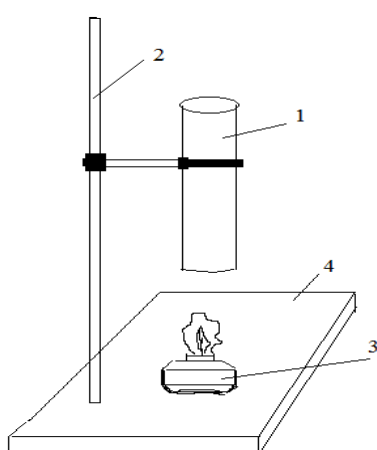
Baholash ko'rsatkichlari	Ball
Har bir hosil qilingan kvadratlarni chetlari tekis	1
Kvadratlar bo'yiga va eniga salgina darajada ko'chgan	2
Qoplama ko'chib tushgan	3

## Laboratoriya № 5

### Polimer kompozitsion materiallar yonuvchanligiga ta'sir qiluvchi omillarni o'rganish

**Ishning maqsadi:** Polimer va polimer kompozitsion birikmalarni tegishli ekspluatatsion sharoitlarga chidamkorligini tekshirishning turli usullari mavjud bo'lib; ular aniq o'rganilgan sharoitlarda tajribalar asosida aniqlanadi. Quyida keltirilgan tajriba ishimizda penopoliuretanning yonuvchanligini "trubada yondirish" (огневая труба) orqali aniqlash usulini o'rganamiz. Bunda namunalar 35x150x7 o'lchami  $\pm 0,2$  mm aniqlikda olinishi lozim va namunalar massasi birbiridan 0,05 (g) farq qilishi mumkin.

**Jixozlar:** O'lchov tarozisi 0,01 (g) aniqlikdagi, uzunligi 200 mm, diametri 60 mm, qalinligi 2 mm bo'lgan kvars yoki molibdendan tayyorlangan truba, shtativ va unga trubani maxkamlash uchun tutgich, ilgak, spirtli lampa va yondirgich (*zajgalka yoki gugurt*) kerak bo'ladi.



1-truba, 2-shtativ tayanchi, 3-spirt lampasi,

4-

**Ishni bajarish tartibi:** Avvaldan 35x150x7mm o'lchamda kesib tayyorlangan 3-5 dona penopoliuretan namunasini truba ichiga ilgak yordamida trubani pastki qismidan 5 mm chiqarib maxkamlaymiz, namunadan 40 mm pastda spirt lampani joylaymiz so'ngra lampani yoqqanimizdan so'ngra 2 daqiqa ushlab turamiz so'ng namuna yonganidan so'ng to'liq yonib bo'lguniga qadar 10 vaqt kutamiz so'ngra kul qoldiqni tarozida tortib tegishli formula yordamida xisoblaymiz.

$$\%m = \frac{P_0 - P_1}{P_0} \cdot 100\%$$

$P_0$ -namunaning dastlabki massasi.

$P_1$ -namunaning yonganidan keying qildiqlik massasi.

Demak aniqlangan  $\%m$  yo'qotilgan massaning foiz miqdori.

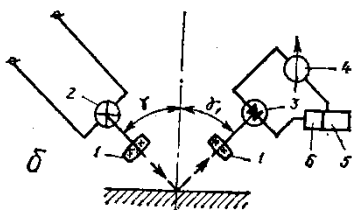
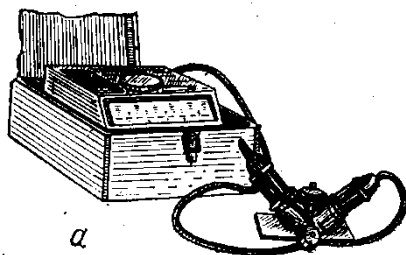
### Topshiriq:

1. Turli kompozitsiyalar asosida ko'pirtirib olingan poliuretanlar olovbardoshligini aniqlang.

## Laboratoriya ishi № 6

### Polimer kompozitsion materiallarning fizik-mexanik xossalariga maqsadli qo'shimchalarning ta'sirini o'rganish

2. Qoplama yaltiroqligi fotoelektrik yaltiroqlikni o'lchagich FB-2 asbobida o'lchanadi. Uning umumiy ko'rinishi va sxemasi rasmda ko'rsatilgan. Asbob shkalasi izlanayotgan kattalikni to'g'ridan – to'g'ri ko'rsatib beradi. Yaltiroqlikni o'lchagich asbobi komplektida etalon sifatida ishlatiladigan plastinka bo'lib (ultrabinafsha nurlari o'tkazuvchi qora rangli shisha), uning yaltiroqligi shu asbob bo'yicha 65% ni tashkil etadi.



Rasm 3. Fotoelektrik yaltiroqlikni o'lchagich FB-2:

a-umumiy korinishi,  
b-sxemasi; 1-optik sistema,  
2-yoritgich, 3-foto qabul

3. Qoplamaning yaltiroqligini fotoelektrik usul bilan aniqlashda qoplamaning sirtidan qaytaruvchi nurlar tarami fotoelementning nurga sezgir qatlamiga tushadi va bunda hosil bo'ladigan fototok miqdori o'lchanadi.

4. Yaltiroqlikni o'lchagich FB – 2 asbobi (Rasm 3), sxemani sozlovchi moslama 6 dan iborat. Tekshirish o'tkazishdan oldin, asbobning shkalasi 65 raqamini ko'rsatib turadigan qilib shisha plastinka yordamida rostlab olinadi. Namunalarni sinovga tayyorlash (lok yoki emal surkash yo'li, qatlamlar soni, quritish usuli va qoplama qalinligi) ishlari shu lok – bo'yoq material uchun mos texnikaviy shart yoki standartlarda ko'rsatilgan. Buning uchun lok – bo'yoq material o'lchami 40×60×1 mm li shisha

plastinka ustiga surkab chiqiladi.

5. Yaltiroqligi o'lchanadigan parda namunalarning sirti silliq, tekis, begona jismlardan va mexanik nuqsonlardan xoli bo'lishi kerak. Yaltiroqlikni o'lchash asbob sozlanganidan keyin sinash namunalarning har xil joylarida tekshirib ko'riladi. Uning son qiymati o'rnida asbob shkalasidan foiz hisobida olinadigan miqdorlarning o'rtacha arifmetik qiymati olinadi. O'tkazilgan ikkita parallel tekshirishning o'zaro farqi 2% dan ortmasligi kerak.

6. Qoplamaning 1chi yaltiroqligi shartli ravishda quyidagi 6 hilga bo'linadi:

7. Qoplamaning yaltiroqligi 60% dan ko'p bo'lgan yuqori yaltiroqlik;  
2 – yaltiroq (yaltiroqlik  $59 \div 40\%$ ) 3 – yarim yaltiroq (yaltiroqlik  $39 \div 25\%$ );  
4 – yarim xira (yaltiroqlik  $24 \div 10\%$ ); 5 – xira (yaltiroqlik  $9 \div 3\%$ ); 6 – o'ta xira (yaltiroqlik 3% dan kam).

8.

## Laboratoriya ishi № 7

### Makromolekulaning bo‘kish koeffitsientini aniqlash

Ishning maqsadi: Polimer zanjirining qo‘zg‘almagan o‘lchamlarini, polistirol makromolekulalarining yaxshi erituvchida bo‘kish koeffitsientini va makromolekulaning statistik segmenti o‘lchamini aniqlash.

Reaktivlar: 0.5 g/dl konsentratsiyali polistirol fraksiyalarining siklogeksanli eritmalari.

Jixozlar: T- 16 turdagi termostat, Ubbelode viskozimetri, sekundomer, rezina nok, 10ml li pipetka (2 dona), magnitli aralashtirgich.

Ishning bajarilishi: Ushbu ishda siklogeksandagi polistirol eritmasining xarakteristik qovushqoqligini 0°S – haroratda (polistirol – siklogeksan sistemasi uchun 34°S) va 44°S da aniqlash. Har ikkala haroratda toza erituvchi va undan keyin polimer eritmasining oqish vaqtini o‘lchanadi. Buning uchun xona haroratida bir-biridan ajralib qavatlanib qoladigan polistirol va siklogeksan aralashmasini magnitli aralashtirgichda qizdirib turib eritma holiga keltiriladi.

Ishni Ubbelode viskozimetrida amalga oshiriladi. Viskozimetrni termostatga (34°S) o‘rnatib undagi toza erituvchining oqish vaqtini kamida 3 marta o‘lchanadi. Bunda sekundomerda o‘lchangan vaqt 0,4 sekunddan ko‘pga farq qilmasligi kerak. Viskozimetrdagi erituvchini to‘kib tashlab uni quritib polimer eritmasidan 7 ml quyiladi va uning ham kapillyardan oqib o‘tish vaqtini o‘lchanadi. Eritmani suyultirishni bevosita viskozimetrning o‘zida avval 7 ml, keyin 14 ml va oxirgi suyultirishda 28 ml toza erituvchi qo‘shib amalga oshiramiz va har suyultirishdan so‘ng eritmaning oqish vaqti aniqlanadi.

Olingan natijalarni jadvalga yoziladi: Har bir harorat uchun alohida jadval tuziladi.

Eritma hajmi, ml	Eritma konsentratsiyasi, g/dl	Eritma-ning oqish vaqti, sek	$\eta_{nuc} = \frac{t}{t_0}$	$\eta_{col} = \frac{t-t_0}{t_0}$	$\eta_{rel} = \frac{\eta_{col}}{c}$

Natijalarni hisoblash: Olingan natijalar asosida keltirilgan qovushqoqlikning eritma konsentratsiyasiga bog‘liqlik grafigini ikkala harorat (34°S va 44°S) uchun chiziladi va hosil bo‘lgan to‘g‘ri chiziqlarni ordinata o‘qigacha davom ettirib xarakteristik qovushqoqlikni har bir harorat uchun topiladi. Polistirol qo‘zg‘almagan makromolekulasining o‘lchamini quyidagi formula orqali hisoblaymiz:

$$[\eta]_{\theta} = \Phi \cdot \frac{(\bar{h}^2)^{\frac{3}{2}}}{M}$$

bunda  $\bar{h}^2$  - zanjir uchlari orasidagi o‘rtacha kvadratik masofa;  $\Phi$  - domiy qiymat,  $2.84 \cdot 10^{23}$ ; M – monomer zvenosining molekulyar massasi.

Polistirol makromolekulalari o‘ramasining yaxshi erituvchidagi (44°S da siklogeksanda) bo‘kish koeffitsienti

$$\alpha = \left( \frac{[\eta]}{[\eta]_0} \right)^{\frac{1}{3}} \text{ orqali aniqlanadi}$$

Polistirol statistik segmentning o'lchami, karbozanjirli vinil polimerlar uchun S-S bog'ning uzunligi 0.154 nm va valent burchagi  $\zeta = 109.5^\circ$  ( $\sin V/2 = 0.816$ ) ekanligini hisobga olgan holda quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$b = \frac{\hbar_\theta^2}{n \cdot l \cdot \sin \nu/2}$$

Bular asosida segmentagi monomer sonini hisoblash mumkin:

$$n_s = \frac{b}{2l \cdot \sin \nu/2}$$

Olingan natijalarni jadvalga yoziladi:

$(\hbar^2)_\theta^{1/2}$ , nm	$\alpha_{44}^0$	b, nm	$n_s$

- Topshiriq. Haroratning erituvchi sifatiga va makromolekula o'lchamlariga ta'sirini; polimerning statistik segmenti va uning o'lchami nimalarga bog'liq ekanligini tushuntiring.

#### Asosiy adabiyotlar ro'yxati:

9. William D. Callister, David G. Rethwisch. Materials Science and Engineering, 9th Edition SI Version, USA, Wiley, 2014.
10. Jose Asua. Polymer Reaction Engineering, USA, Wiley-Blackwell, 2007.
11. Griskey R. Polymer Process Engineering, USA, Springer Science & Business Media, 2012.
12. Lipatov Yu.S. Kompozitsionnye polimernye materialy. Kiev., "Naukova dumka", 1976, 192 s.
13. Lipatov Yu.S. Fizicheskaya ximiya napolnennykh polimerov. M., Ximiya., 1977g. 305s.
14. Lipatov Yu.S. Budushee polimernykh kompozitsiy. Kiev., "Naukova dumka", 1984g. 135s.
15. Lipatov Yu.S. Mejfaznye yavleniya v polimerax. Kiev, "Naukova dumka", 1980g. 260s.
16. T.A.Nizamov, M.G.Ishmuxamedova. Polimer kompozitsion materiallar yaratishning asoslari. Ma'ruzalar matni. Toshkent., 2017 yil.

### **Qo‘shimcha adabiyotlar ro‘yxati:**

5. Deryagin B.V., Krotova N. A. i dr. Adgeziya tverdyx tel. M., Nauka., 1973, 280 s.
6. Menson Dj., Sperling L. Polimernye smesi i kompozity. M., Ximiya. 1981,734s.
7. Lipatov Yu.S. Napolniteli dlya polimernyx kompozitsionnyx materialov. M., Ximiya., 1981., 734 s.
8. Lipatov Yu.S. i dr. Promyshlennye polimernye kompozitsionnye materialy., M., Ximiya., 1980,472 s.

### 3. “POLIMER KOMPOZITSION MATERIALLAR YARATISHNING ASOSLARI”

fani bo‘yicha  
**GLOSSARIY**

№	Termin	Termin izoxi
1.	Polimer material	Asosi yuqori molekulali material bo‘lib, ishlatish soxasiga qarab, turli xil ingradientlar qo‘shilgan kompozitsiya
2.	Qotiruvchi qo‘shimchalar	CHiziqsimon polimerlarni to‘rsimon xolatga o‘tkazish uchun qo‘llaniladigan qo‘shimchalar
3.	Polimer adsorbsiyasi	Polimer materiallar olish jarayonida asos (bog‘lovchi) YUMB ning to‘ldiruvchi sifatida ishlatilishi
4.	Polimerlar adgeziyasi	Polimer material olish jarayonida asos (bog‘lovchi)larning to‘ldiruvchida yopishishi.
5.	Apiretlar	PKM yaratishda to‘ldiruvchi sirtiga dastlabki ishlov berish uchun qo‘llaniladigan maxsus moddalar
6.	Selektiv adsorbsiya	Tanlangan adsorbsiya (PKM tarkibidan komponentlarni to‘ldiruvchi sirtidan adsorbsiyasi)
7.	Gibrid bog‘lovchilar	PKM yaratishda polimer material xususiyatlarini yaxshilash uchun qo‘llaniladigan polimer to‘ldiruvchi
8.	Kuchaytirish mexanizmi	PKM yaratishda aktiv, armirlangan polimer to‘ldiruvchilar qo‘llab, polimer material xossalarini yaxshilash
9.	Mikrogeterogenlik	PKM yaratishda kompozitsiya tarkibida mavjud bo‘lgan geterogen fazada mikroskopik darajada sirtqi va fazalararo qatlamda polimer xossalarini uzgarishi
10.	Polimer-polimer sistemalar	PKM yaratishda to‘ldiruvchi sifatida ozgina miqdorda polimer yoki oligomerlarni qo‘llash

### 3. ГЛОССАРИЙ

по предмету

## “ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ”

№	Термин	Определение термина
1.	Полимерный материал	Композиция с добавлением различных ингредиентов, в зависимости от области применения, основой которого является высокомолекулярный материал
2.	Добавки для отверждения	Добавки применяемые для перевода линейных полимеров в сетчатые состояния
3.	Адсорбция полимеров	Применение в процессе получения полимерных материалов в качестве наполнителя Высокомолекулярной основы (связующего)
4.	Адгезия полимеров	Приклеивание наполненной композиции на основе связующего в процессе получения цельного полимерного материала
5.	Аппиреты	Специальные химические соединения, применяемые для первоначальной обработки на поверхности наполнителя, при создании полимерных композиционных материалов
6.	Селективная адсорбция	Избирательная адсорбция (поверхностная адсорбция наполнителя в составе полимерных композиционных материалов)
7.	Гибридные связующие	Полимерные наполнители применяемые для улучшения свойств полимерных материалов при создании полимерных композиционных материалов
8.	Механизм усиления	Улучшение свойств полимерных материалов применением активных армированных полимерных наполнителей при создании полимерных композиционных материалов
9.	Микрогетерогенность	Изменение свойств полимера при наличие в составе композиции в гетерогенной фазе микроскопической степени поверхностного и межфазного слоя
10.	Системы – полимер-полимер	Добавление в качестве наполнителя небольших количеств полимера или олигомера при создании полимерных композиционных материалов

#### 4. Xorijiy adabiyotlar

## . Principles of Polymer Engineering 2nd Edition

by

N. G. McCrum (Author)

> [Visit Amazon's N. G. McCrum Page](#)

Find all the books, read about the author, and more.

See [search results](#) for this author

Are you an author? [Learn about Author Central](#)

N. G. McCrum (Author),

C. P. Buckley (Author)

> [Visit Amazon's C. P. Buckley Page](#)

Find all the books, read about the author, and more.

See [search results](#) for this author

Are you an author? [Learn about Author Central](#)

C. P. Buckley (Author),

C. B. Bucknall (Author)

> [Visit Amazon's C. B. Bucknall Page](#)

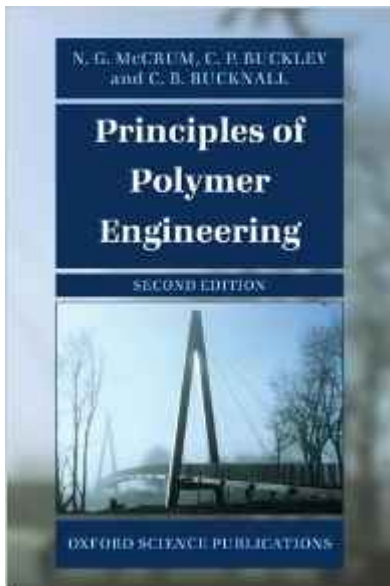
Find all the books, read about the author, and more.

See [search results](#) for this author

Are you an author? [Learn about Author Central](#)

C. B. Bucknall (Author)

*4 out of 5 stars* [2 customer reviews](#)



ISBN-13: 978-0198565260

ISBN-10: 0198565267

[Why is ISBN important?](#)

ISBN

This bar-code number lets you verify that you're getting exactly the right version or edition of a book. The 13-digit and 10-digit formats both work.

Scan an ISBN with your phone  
Use the Amazon App to scan ISBNs and compare prices.  
Trade in your item  
Get a \$17.03  
Gift Card.  
[Trade in](#)  
[Learn More](#)  
Have one to sell? [Sell on Amazon](#)

2. Ship to:

---

[Select a shipping address:](#)

To see addresses, please

Sign in

**or**

Use this location:

Update

Please enter a valid US zip code.

Please enter a valid US zip code.

Shipping to a APO/FPO/DPO? Please add the address to your address book. Make sure you include the unit and box numbers (if assigned).

**or**

Add to List

**Sorry, there was a problem.**

There was an error retrieving your Wish Lists. Please try again.

**Sorry, there was a problem.**

List unavailable.

Have one to sell? [Sell on Amazon](#)

Flip to back Flip to front

Listen Playing... Paused You're listening to a sample of the Audible audio edition.

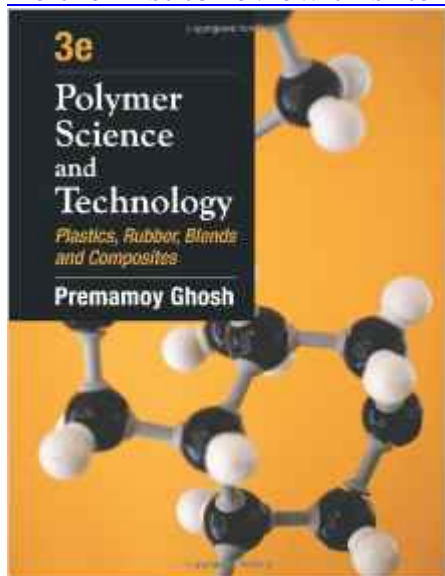
[Learn more](#)

See all 2 images

# Polymer Science and Technology: Plastics, Rubber, Blends and Composites Paperback – November 26, 2010

by Dr. Premamoy Ghosh (Author)

[Be the first to review this item](#)



See all 2 formats and editions [Hide other formats and editions](#)

Price New from Used from

Paperback  
"Please retry" \$31.50 ~~\$31.50~~ —

- [Paperback](#)  
[\\$31.50](#) 1 New [from](#) \$31.50

[Read more](#)

Top 20 lists in Books

View the top 20 best sellers of all time, the most reviewed books of all time and some of our editors' favorite picks. [Learn more](#)

Add to Cart

Add to Cart

[Polymer Science and Technology: Plastics, Rubber, Blends and Composites](#)

\$31.50 [FREE Shipping](#). In Stock. Ships from and sold by Amazon.com. Gift-wrap available.

3. Ship to:

---

Apple  
Android  
Windows Phone  
Android

To get the free app, enter your email address or mobile phone number.

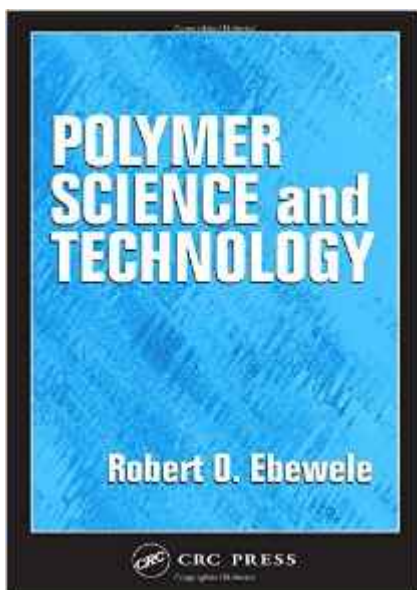
**Download to your computer**

- [Mac](#)
- [Windows 8, 8 RT and Modern UI](#)
- [Windows 8 desktop, Windows 7, XP & Vista](#)

## **Polymer Science and Technology 1st Edition**

by [Robert O. Ebewele](#) (Author)

4 out of 5 stars [1 customer review](#)



ISBN-13: 978-0849389399

ISBN-10: 0849389399

[Why is ISBN important?](#)

ISBN

This bar-code number lets you verify that you're getting exactly the right version or edition of a book. The 13-digit and 10-digit formats both work.

Scan an ISBN with your phone

Use the Amazon App to scan ISBNs and compare prices.

Have one to sell? [Sell on Amazon](#)

Add to List

**Sorry, there was a problem.**

**Видеороликлар:**



каландрда композиция тайёрлаш технологияси.mp4



экструдерда композиция тайёрлаш технологияси.mp4

### **Аралаштиргич (Смеситель)лар турлари:**





**Кейс-стади:**

**Биламан Билишни хоҳлайман Билдим (Б/Б/Б)**

Бирор-бир мавзу ёки бўлим бўйича тадқиқот ишини ўтказишга имкон берувчи график ташкилотчидир. Изланувчанлик, англаш фаолиятини рационал ташкил этиш малакаларини ривожлантиради.

<i>Биламан</i>	<i>Билишни хоҳлайман</i>	<i>Билиболдим</i>
<i>Полимер маҳсулотларини фойдаланиш камровини кенгайтириш. Истиқболли режалар тузган ҳолда ҳозирги замон янги технологиялари билан ишлаб чиқариш секторларини бойитишни, қисқасини айтганда, Ўзбекистон Республикасининг полимер композициялар соҳасини янада ривожлантиришни</i>	<i>Полимер композициялар тайёрлашда сополимерлардан фойдаланиб, улардан эса олинadиган буюм ва маҳсулотлар хоссаларини қай даражада ўзгаришини, эксплуатация шароитларини узайтиришни, буюм ва маҳсулотларни хизмат кўрсатиш фаолиятини сезиларли даражада узайтиришни</i>	<i>Полимер маҳсулотларини ишлаб чиқаришда қўлланиладиган ҳом-ашёлар ва материаллар, янги технологик жараёнлар тўғрисида маълумот ва тасаввур, уларни хоссалари ва қайси жараёнда қайси ҳом-ашёни ишлатиш афзал-лиги, уларни маҳаллий ҳом-ашёлардан олиш йўллари. Таркибни иқтисодий калкуляцион миқдорини пасайтиришни</i>