

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA  
MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI  
O‘RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA‘LIMI MARKAZI

**R.I. ISMAILOV, M.A. ESHMUHAMEDOV**

# **POLIMERLARNI QAYTA ISHLASH JARAYONI**

*Kasb-hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma*

Toshkent  
«NISO POLIGRAF»  
2017

UO‘K: 544.022.246

KBK 24.7

P 65

### **Taqrizchilar:**

O‘zbekiston Milliy universiteti, Kimyo fakulteti professori,  
kimyo fanlari doktori *Abdushukurov A.K.*;

Toshkent Davlat texnika universiteti, Umumiy kimyo kafedrası  
mudiri, kimyo fanlari nomzodi, dotsent *Mirzayev U.M.*

### **Ismailov, R. va boshq.**

**Polimerlarni qayta ishlash jarayoni.** Kasb-hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma. /R.I. Ismailov, M.A. Eshmuhamedov. O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi – T.: «Niso Poligraf», 2017. – 180 b.

O‘quv qo‘llanmada polimerlarni qayta ishlash jarayonida polimer kompozitsion materiallar olish texnologiyalari, yuqori unumli qoliplash usullarini ishlab chiqish, plastmassalardan buyumlar ishlab chiqarish, rezina va uni qayta ishlash, lok-bo‘yoq materiallar texnologiyasi va boshqa qator mavzular yoritilgan.

**UO‘K: 544.022.246**

**KBK 24.7я721**

O‘rta maxsus, kasb-hunar markazi ilmiy-metodik  
Kengashi tomonidan nashrga tavsiya etilgan.

ISBN 978-9943-5081-4-9

© R.I. Ismailov, M.A. Eshmuhamedov, 2017

© «NISO POLIGRAF», 2017

---

---

## KIRISH

O'zbekiston Respublikasi mustaqil rivojlanish yo'lidan dadil ketayapti. Bugun mamlakatimizda makroiqtisodiy va moliyaviy barqarorlikka erishildi, ishlab chiqarish modernizatsiya qilinmoqda va texnik qayta qurollantirilmoqda, yangi sohalar yuzaga keltirilayapti, iqtisodiyotning keyingi barqaror va dinamik o'sishi uchun kerakli poydevor va sharoitlar yaratilmoqda.

Ushbu o'lkaga tabiat mo'l-ko'l in'omlar bergan. Amudaryo va Sirdaryo oralig'iga joylashgan O'zbekiston o'z tabiiy-iqlimiy sharoitlari bo'yicha Markaziy Osiyoning eng ma'qul regionlaridan biridir. O'zbekiston o'ta boy mineral xomashyo resurslariga ham ega. Uning sahnida Mendeleyev jadvalidagi ko'p kimyoviy elementlar mavjud.

Respublika oltin zaxiralari bo'yicha jahonda to'rtinchi, uni qazib olish bo'yicha – yettinchi, paxta tolasi ishlab chiqarish bo'yicha – to'rtinchi, eksporti bo'yicha – ikkinchi o'rinlarni, uran va mis zaxiralari bo'yicha mos ravishda yettinchi va o'ninchi o'rinlarni egallaydi. O'zbekiston rangli va nodir yer metallari, neft, gaz, qurilish materiallari, fosforitlar, turli tuzlar, kvarts va boshqa foydali qazilmalarning katta zaxiralariga ega bo'lsa-da, ularni ratsional va kompleks holda ishlatishga intiladi. Xuddi shu bois xorij kapitalini ishlatib foydali qazilmalarni qazib olishni tashkil qilish va ularni kompleks qayta ishlash – mamlakatimiz rivojining eng zaruriy, birinchi darajali mezonlaridandir.

O'zbekistonning zamonaviy neft-gaz sanoati – iqtisodiyotning eng yirik sohalaridan biri bo'lib, mamlakatning eng zarur energetik bazasidir. Sohada talaygina ilmiy-texnik potensial vujudga keltirilgan, uning rivojlanishida ma'lum yutuqlarga erishilgan.

Yoqilg'i-energetik kompleksni tezkor rivojlantirish – davlatimiz siyosatidagi urg'u berilgan yo'nalishdir.

Ayniqsa, xalq xo'jaligining barcha sohaları uchun termik va mexanik xossalari sifatli tovarlar ishlab chiqarishga yaroqli xossali turli polimerlarni ishlab chiqarish davr talabiga aylangan. Fan va texnikaning rivojlangan hozirgi davrida yuqori molekular birikmalar – tabiiy, sun'iy va sintetik polimerlarning mexanik xossalari, jumladan, mustahkamligi, elastikligi, oquvchanligi, qovushqoqligi, yuqori bosim va haroratlarga bardoshliligi, destruksiyanishi kabi qator fizik-kimyoviy va mexanik xossalari o'rganilgan. Yuqori molekular birikmalar keng tarqalgan bo'lib, murakkab makromolekulalardan tashkil topganligi va shu sababli turli xossalarga boy bo'lib, inson hayoti faoliyatida ishlatiladigan ko'plab materiallar polimerlardan yasalgandir. Sanoatda, qishloq xo'jaligida va turmushda ishlatiladigan hamda qurilish materiallari sifatida ishlatiladigan materiallarning katta qismini polimerlar tashkil etadi.

Hozirgi vaqtda turli usullarda olinadigan polimerlardan konstruksion materiallar, kimyoviy tolalar, turli nozik ranglardagi pardalar, lok-bo'yoqlar, izolatsiya materiallari, ion almashtiruvchi sorbentlar, yengil, chiroyli va mustahkam qurilish asboblari, kimyoviy apparaturalar, quvurlar, santexnika tovarlari, turli qoplamalar va boshqa materiallar tayyorlanmoqda. Xalq iste'moli uchun ommabop rezina-texnika buyumlari ko'pchiligining konstruksiyasi murakkabligidan qat'i nazar,

yagona texnologiya, rezina aralashmalar tayyorlash, ularni qayta ishlash va vulkanlash jarayonlari bilan amalga oshiriladi.

Yagona texnologiyaning dastlabki bosqichi rezina aralashmalar tayyorlash va ishlab chiqarishning eng muhim jarayonini o'z ichiga oladi.

Bu jarayon texnologik parametrlarini jadallashtirish va bir-biriga bog'liq qator tadbirlar kompleksidan iborat. Bu tadbirlar, asosan, ishlab chiqarishga yangi modernizatsiyalangan dastgohlar, zamonaviy boshqarish vositalari va jarayonning avtomatik nazoratini tatbiq etishdan iborat.

Zamonaviy texnologiyaning rivojlanishi materiallarni texnikada ishlatish, undan samarali foydalanish va ularning xossalariga bo'lgan talablarni kuchaytirdi. Zamonaviy texnologiyalar qatorida turgan kosmonavtika, yadro texnologiyasi va aviatsiya sohasidagi muammolar va ularning yechimlari konstruksiyaga qo'llanilgan material ishonchliligiga bog'liq bo'lib qolayotganligi hech kimga sir emas. Shuni hisobga olgan holda zamonaviy kompozitsion materiallar yaratish usullari komponentlarning xossalaridan kelib chiqib mustahkam, chidamli kompozitsion materiallar ishlab chiqarish bugungi kundagi ishlab chiqaruvchilar va injenerlar oldiga qo'yilayotgan asosiy vazifalardandir. Muammoning yechimi esa uzoq muddat o'zining ishchi holatini saqlab tura oladigan, tashqi deformatsiya, ichki energiya yig'ilishlariga bardosh bera oladigan kompozitsion materiallar tayorlashdan iborat. Metall va uning qotishmalarining maxsus xossalarini bera oladigan metalmas kukun va kalta tolali materiallardan tashkil topgan kompozitsion materiallar asosida ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar tannarxining kamayishi va mustahkamligini sezilarli

ravishda oshganligi sohani to'laqonli o'rganishga va tadqiqotlar olib borilishiga sabab bo'lmoqda.

Ushbu o'quv qo'llanma orqali talablarga polimerlar, polimer kompozitsiyalar, rezina, lok-bo'yoq qorishmalarida ishlatiluvchi ingrediyentlar, ularning olinishi, xossalari, ishlatilishi va texnika mahsulotlari xossalariga ta'siri; ularni tayyorlash va modifikatsiya qilish; ular qorishmasini tayyorlash uchun tarkib tuzish; qorishma tayyorlash mashinalari va texnologiyalari; rezina, polimerlar qorishmalari, lok-bo'yoq materiallarining xillari, ularni olish nazariyasi va ishlab chiqarish texnologiyasi hamda ularning xossalarini o'rganish va nazorat qilish usullarini o'rgatish, talabalarda malaka hamda ko'nikmalar hosil qilish maqsad qilingan.

---

---

# **1-BOB.**

## **POLIMER KOMPOZITSION MATERIALLAR OLISH TEXNOLOGIYALARI**

### **1.1. POLIMER KOMPOZITSION MATERIALLAR HAQIDA TUSHUNCHA**

Bugun dunyo yangi texnika va texnologiya taraqqiyotiga qadam qo'ydi. Fan-texnikaning rivojlanishi natijasida metallurgiyada ham katta o'zgarishlar bo'lmoqda. Metall o'rniga yangi turdagi mahsulotlar ishlab chiqarilmoqda. Masalan, eng yaxshi po'lat yoki aluminiy qotishmalari bilan tenglasha oladigan material – bu kompozit yoki kompozitsion materiallardir. Ensiklopedik materiallarda, «Kompozit» quyidagicha ta'riflanadi: «Berilgan yo'nalishi bo'yicha mustahkamlovchisi bo'lgan metall yoki metallmas materiallar. Zamonaviy kompozitsion materiallardan biri – temirbeton». Ma'lumki, temirbeton olishda, po'lat armatura atrofida betonni qotiriladi. Natijada o'ziga xos monolit hosil bo'lib, beton, asosan, siquvchi kuchga, armatura cho'zuvchi kuchga ishlaydi.

Bundan ko'rinib turibdiki, kompozit materiallarni ishlab chiqarish, asos va mustahkamlovchining yaxshi xususiyatlarini qo'llashga mo'ljallangandir.

Bunga misol tariqasida shisha plastikani olishimiz mumkin. Unda shisha ipni polimer smolasiga botiriladi. Bu material yonmaydi, o'tda qizdirilganda ham mustahkamligini saqlaydi, suv shimmaydi, korroziyaga chidamli. Bundan tashqari, mustahkamlovchi – shisha ipi, ko'p tarqalgan organik va noorganik

tolalar orasida keng qo'llanilishi bo'yicha oldingi o'rinda turadi. Asosi polimer bog'lovchi bo'lgan kompozitlar hozircha keng tarqalgan. Bu materiallar 200°C gacha bo'lgan muhitda ishlay oladi. Kompozitsion materiallarning ba'zi turlari, masalan: uglerod bog'lovchisi uglerod tolali kompozitlar 250°C gacha bardosh beradi. Bog'lovchi turiga qarab kompozitlar uch xil bo'ladi: polimerli, metall va keramikali. Polimerlar haqida yuqorida aytib o'tildi.

Metalkompozitlarning turiga, asosan, aluminiy yoki magniy bo'lgan materiallar kirib, mustahkamlovchi sifatida uglerodli, borli va boshqa tolalar qo'llaniladi. Tibbiyot sanoatida plastmassadan ko'plab asboblari, maxsus idishlar ishlab chiqariladi. Jarrohlikda plastmassadan tayyorlangan yurak klapanlari, qo'l va oyoq protezlari, ortopedik qo'yilmalar, ko'z soqqasi va boshqalar ishlatiladi.

Kompozitsion materiallar turli xossalarga ega bo'lgan komponentlar aralashmasidan olinadigan sun'iy materiallardir. Komponentlardan biri matritsa (asos) bo'lsa, boshqasi mustahkamlovchi (tola, zarrachalar) hisoblanadi. Matritsa sifatida polimer, metall, keramika va uglerodli materiallar ishlatiladi. Mustahkamlovchi vazifasini shisha, bor, uglerod tolalari organik tola, ipsimon kristallar (karbidlar, boridlar, nitridlar va boshq.)ning tolalari hamda mustahkamligi va bikirligi yuqori bo'lgan metall simlar o'taydi. Kompozitsiyani tuzishda uni tashkil etuvchilarning individual xossalariidan samarali foydalaniladi. Kompozitsion materiallarning xossalari komponentlar tarkibi, ularning miqdori va ular orasidagi aloqalarning mustahkamligiga bog'liq. Komponentlarning hajmiy miqdorini o'zgartirib, ishlatilishiga qarab, kerakli mustahkamlik, otashga chidamliligi, elastiklik moduliga ega bo'lgan material yoki



zarur maxsus xossalarga (masalan, magnit va boshqa xossalari) ega bo'lgan kompozitsiya olish mumkin. Kompozitsion materiallardagi mustahkamlovchining hajmi 20–80% ni tashkil etadi. Matritsaning xossalari siqilish va siljishda kompozitsion materialning mustahkamligini belgilaydi. Mustahkamlovchining xossalari kompozitsion materialning mustahkamligi va bikirligini belgilaydi.

Kompozitsion materiallarning mustahkamligi, bikirligi, otashga va issiqda chidamliligi yuqori. Masalan, karbovoloknitlar uchun  $\sigma_v = 650\text{--}1700$  MPa, borvoloknitlar uchun esa  $\sigma_v = 900\text{--}1750$  MPa ga teng. Kompozitsion materiallarning zichligi  $1,35\text{--}4,8$  g/sm<sup>3</sup> ni tashkil etadi. Kompozitsion materiallar mashinasozlikning ko'pgina sohalari uchun juda istiqbolli materiallar hisoblanadi. Ulardan foydalanish qator hollarda detallar tayyorlashning yangi usullarini yaratish hamda mashina detal va uzellarini konstruksiyalash prinsipini o'zgartirishni talab qiladi.

Kompozitsion materiallarda o'zaro uncha ta'sirlashmaydigan, kimyoviy jihatdan har xil bo'lmagan komponent (aralashma)lar hajmiy birikadi va komponentlar bir-biridan aniq chegara bilan ajralib turadi. Har qaysi komponentning eng yaxshi xossalari (mustahkamligi, yeyilishga chidamliligi va boshq.)ni o'zida mujassamlashtirganligi uchun kompozitsion materiallar ularning hech biriga xos bo'lmagan ko'rsatkichlar bilan ifodalanadi. Odatda, kompozitsion materiallar plastik (metall yoki metalmas – anorganik yoki organik) asos yoki matritsa hamda qo'shimmalar: metall kukunlari, tolalar, ipsimon kristallar, yupqa payraha, gazlama va boshqalardan iborat bo'ladi. Kompozitsion materiallar tolali (tolalar yoki ipsimon kristallar bilan mustahkamlangan), dispersion-zichlangan (dis-

pers zarralar bilan mustahkamlangan) va qatlamli (turli xil materiallarni presslab yoki prokatlab olingan) turlarda bo'ladi.

Kompozitsion materiallar armaturalovchi (mustahkamlovchi) tolalarga matritsa materiali shimdirish; mustahkamlagich va matritsa lentalariga press-qolipda shakl berish; komponentlarni sovuqlayin presslab, keyin qovushtirish; mustahkamlagichga matritsani purkab, keyin qisish; komponentlarning ko'p qatlamli lentalarini diffuziya usulida payvandlash; armaturalovchi elementlarni matritsa bilan birga prokatkalash va boshqa muhim texnologik usullarda tayyorlanadi.

Kompozitsion materiallar aviatsiya, kosmonavtika, raketa-sozlik, avtomobil sanoati, mashinasozlik, kon-ruda sanoati, qurilish, kimyo sanoati, to'qimachilik, qishloq xo'jaligi, uy-ro'zg'or texnikasi, radiotexnika, energetika, quvur ichida va boshqa tarmoqlarda qo'llaniladi.

**Plastik materiallar yoki plastmassalar** sintetik yoki tabiiy yuqori molekulali birikmalar asosidagi organik materiallardir. Ular isitish va bosim natijasida o'z shaklini o'zgartirish va sovitilgandan keyin berilgan shaklni saqlab qolish qobiliyatiga ega. Plastmassalar, plastik massalar, plastiklar – tabiiy yoki sintetik yuqori molekulali birikmalar asosida olinadigan materiallar. Issiqlik yoki bosim ta'sirida qoliplanadi va qoliplangan shaklini mustahkam saqlaydi. Plastmassalardan yasalgan mahsulotlar yengilligi, elektr tokini, issiq-sovuqni o'tkazmasligi, atmosfera ta'sirlariga chidamliligi, yemiruvchi muhitga, haroratning keskin o'zgarishiga bardoshliligi, mexanik mustahkamliligi yuqoriligi va murakkab shaklli buyumlar yasash mumkinligi bilan boshqa materiallardan ajralib turadi.

Plastmassalar polimerlarning turiga ko'ra, termoplastlar va reaktoplastlarga bo'linadi. Termoplastlar tarkibida chiziqsimon

yuqori molekulali birikmalar yoki sopolimerlar (polietilen, polistirol, polivinilxlorid va boshq.) bor. Chiziqsimon polimerlar asosiga qurilgan plastmassalar tarkibida plastifikatorlar, bo'yagichlar ham bo'ladi. Plastifikatorlar yuqori haroratda plastmassalarning plastikliligini oshiradi va qoliplangan mahsulotni qayishqoq hamda sovuqqa chidamli qiladi. *Termoplastlar* sovuqqa chidamsiz, 60–100°C dan yuqori haroratda mustahkamligini tez yo'qotadi. Lekin ko'pchilik termoplastlar zarbga chidamliligi, dielektrik tavsiflarining yuqoriligi, optik shaffofligi, ulardan murakkab shaklli buyumlar qoliplash osonligi bilan reaktoplastlardan farq qiladi. Termoplastlar o'rtacha kuch va 60–100°C da ishlaydigan (umumiy maqsadlarga mo'ljallangan) asbob qismlari (etrollar, viniplast, polistirol), shuningdek, elektr va radiotexnika buyumlari (polistirol, polietilen, polipropilen, ftoroplast) tayyorlashda qo'llanadi. Termoplastlardan ishlangan buyumlar kimyoviy ta'sirlarga o'ta chidamli (fotoplastlar, polistirol, polietilen), yeyilmaydigan (poliamidlar, polietilentereftalat), optik shaffof (polimetil-metakrilat, polistirol) bo'ladi.

*Reaktoplastlar* tarkibida isitilganda yoki katalizatorlar (fenolformaldegid va karbamid smolalar) hamda qotirgichlar (epoksid smolalari, polisiloksanlar, to'yinmagan poliefirlar) ta'sirida to'rsimon tuzilishga ega bo'lgan polimerlar hosil qilib qotadigan polimerlar bo'ladi. Reaktoplastlardan tayyorlangan buyumlar qotganidan keyin issiqlik ta'sirida buzilmagunicha o'zining shishasimon holatini saqlaydi. Reaktoplastlarning tarkibida to'ldirgichlar, chiziqsimon polimerlar: qotish jarayonini rostlagichlar, bo'yagichlar, termostabilizator, antiseptiklar bo'ladi. Reaktoplastlar to'ldirgichlar turiga ko'ra, kukunli (yog'och uni, asbest kukuni, kvars uni va boshq.), tolali (ip-

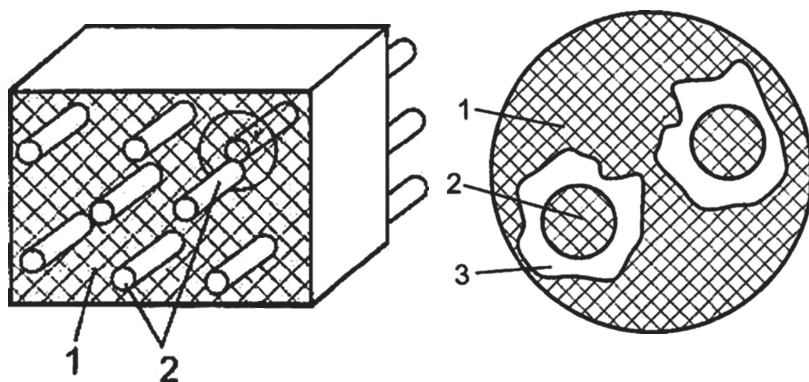
gazlama, asbest tolasi, shisha tolasi), listli (qog'oz, ip-gazlama, shisha to'qimasi, yog'och shpon) xillarga bo'linadi. Qotirilgan plastmassadan tayyorlangan buyumlar 100–350°C da polimer va to'ldirgich turiga qarab kuchning uzoq, muddatli ta'siriga bardosh beradi. Reaktoplastlar yuqori kuchda ishlaydigan, issiqqa uzoq chidaydigan, keskin atmosfera ta'siriga bardosh beradigan va yaxshi dielektrik xossali mahsulotlar ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Tabiiy smolalar (kanifol, shellok, bitum va boshq.) asosida olinadigan plastmassa qadimdan ma'lum. Sun'iy polimer – nitroselluloza (selluloza nitrati)dan tayyorlangan eng dastlabki plastmassa selluloid bo'lib, u 1872-yilda AQSHda ishlab chiqarila boshlangan. 1906–1910-yillarda Rossiya va Germaniyada tajriba sanoatida birinchi reaktoplastlar – fenol-formaldegid smolalar asosida olinadigan materiallar ishlab chiqarish yo'lga qo'yildi. 30-yillarda sobiq Ittifoq, AQSH, Germaniya va boshqa sanoati rivojlangan mamlakatlarda termoplastlar, polivinilxlorid, polimetilmetakrilat, poliamid, polistirollar ishlab chiqarish tashkil etildi. Lekin plastmassa sanoati Ikkinchi jahon urushidan keyingina rivojlandi, XX asrning 50-yillarida ko'pchilik mamlakatlarda polietilen plastmassa ko'plab ishlab chiqarila boshlandi.

O'zbekistonda o'nga yaqin korxona polimerlarni qayta ishlaydi. Shulardan Toshkent plastmassa zavodi, Ohangaron qurilish buyumlari zavodi, Jizzax plastmassa ishlab chiqarish zavodi ixtisoslashgan korxonalardir.

Qurilishda plastmassa pollarga qoplashda va boshqa pardoiz ishlarida, binolarni germetiklash, gidro- va termozolatsiyalash, quvurlar, sanitariya-texnika uskunalari ishlab chiqarishda, yopmalar, deraza, eshik, sayyohlar uychasi, yoz-

lik pavilyonlar tayyorlashda qo'llaniladi. Mashinasozlik materiallari ichida plastmassalar yetakchi o'rinni egallaydi. Plastmassalar mahsulotlar tannarxini arzonlashtiradi, mashinalarning muhim texnik-iqtisodiy parametrlari, massasi kamayadi, puxtaligi, ishonchliligi va hokazolar oshadi. Plastmassalardan tishli g'ildiraklar, podshipniklar, roliklar, stanok yo'naltirgichlari, quvurlar, boltlar, gaykalar va boshqalar ishlab chiqariladi. Plastmassaning aviatsiyasozlikda keng qo'llanilishiga sabab ularning yengilligi va texnik xossalarini o'zgartirish imkoniyati mavjudligidir. Raketa va kosmik kemalar ishlab chiqarishda ham plastmassa muhim ahamiyat kasb etadi. Reaktoplastlardan foydalanib reaktiv dvigatellar, samolyotlarning kuch agregatlari, raketa korpuslari, g'ildiraklar, shassi ustunlari, vertolyotlarning parraklari, issiqlik saqlash elementlari, osma yonilg'i baklari tayyorlanadi. Termoplastlar oyna elementlari, antenna suyurmaları va hokazolar ishlab chiqarishda qo'llaniladi (1-rasm).



*1-rasm.* Kompozitsion materiallarning tuzilishi: 1 – matritsa (bog'lovchi material); 2 – armatura (mustahkamlovchi) element; 3 – ajralish yuzasi.

Plastmassa kemasozlikda kemalarning korpusi va korpusli konstruksiyalar (asosan, shishaplastlar), kema mexanizmlarining detallarini tayyorlashda, kema xonalarini pardoqlash, ularni issiq, tovush va gidroizolatsiyalashda ishlatiladi. Avtomobilsozlikda plastmassadan avtomobil kabinolari, kuzovlari va ularning yirik gabaritli qismlari, dvigatel, transmissiya va shassi detallari tayyorlanadi. Qishloq xo'jaligida plastmassa sug'orish inshootlari qurishda, tuproqni mulchalash, urug'larni dorilash va mahsulotlarni saqlashda ishlatiladi.

Kompozitsion materiallar an'anaviy konstruksion materiallarga nisbatan alohida xossalarga ega. Bu narsa ijobiy xususiyatli materiallar va konstruksiyalarni yaratishga olib keldi. Kompozitsion materiallar ikki va undan ortiq tashkil etuvchilar, komponentlardan tuzilgan murakkab material bo'lib, har xil usullar bilan bog'langan va o'ziga xos xossalari bor. Birinchi kompozitsion material 1867-yilda patentlangan: bog'bon fransuz J.Monbe hovli gultuvaklarini, sim va sementdan yasagan.

Samolyot konstruksiyasida kompozitsion material 1942-yilda qo'llanilgan: oynaplastika (stekloplastika)da poliefir materiali oyna tolasi bilan sinchlangan. Kompozitsion materiallar yengil bo'lishligi, maksimal mustahkamlik va bikirlik ishlash davrida maksimal ishlash resursiga ko'ra mashinasozlik apparati konstruksiyalariga qo'yilgan talablarga javob beradi. Shuning uchun samolyotsozlikda ko'p qo'llanilgan. «Ruslan» samolyoti 5,5 tonna og'irlikdagi konstruksion kompozitsion materiallardan yasalgan va 15 tonna og'irlik iqtisod qilingan. Hozirgi zamon transport samolyotlari konstruksiyalarining 15–20%; harbiy samolyotlarning 25–30%; harbiy vertolyotlarning 45–55%; strategik raketalarining 75–80% kompozitsion materiallardan yasalgan.

Kompozitsion materiallarga quyidagi xususiyatlar yig'indisi xos:

a) komponentlarning tarkibi, shakli va taqsimlanishi oldindan aniqlangan;

b) ikki va undan ortiq bir-biridan ajralib turuvchi kimyoviy har xil materiallardan tarkib topgan;

d) kompozitsion materialning xossalari har bir tashkil etuvchining xossalari bilan aniqlanadi;

e) kompozitsion materialning xossalari tashkil etuvchilarning xossalaridan farq qiladi.

Bir butunlik hamda mustahkamlikni ta'minlovchi yumshoq va qattiq, fazalar aralashmasidan iborat murakkab jism **kompozitsion materiallar** deb ataladi.

Oddiyroq qilib aytganda, ko'p komponentli jismlarning o'zi kompozitsion materiallarni tashkil qiladi, masalan: granit hamda kremniyning turli birikmalari. Hozirgi zamon kompozitsion materiallariga temir-beton konstruksiyalarni misol qilib ko'rsatish mumkin. Polimer asosidagi shisha toalarini qo'shib yaratilgan shishali plastiklar ham shunday materiallarga misol bo'ladi. Keyingi yillarda polimer va metall asosidagi yuqori mustahkam kompozitsion materiallar ko'plab ishlab chiqarilmoqda.

Sanoatning rivojlanishi hozirgi vaqtda ishlab chiqarish ko'lamining oshishini, ilmiy tadqiqot natijalarini ishlab chiqarishga tatbiq etilishini, yangi texnologik jarayonlarning ishlab chiqilishini talab etadi. Zamonaviy zavodlarda xomashyodan kompleks foydalangan holda turli tarkibli tovar mahsulotlarini ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan. Ishlab chiqarishda ishlatilayotgan apparaturalar va texnologik jarayonlarni kombinirlash maqsadga muvofiq ravishda tashkil etilgan. Respublikamizda

texnologiyalarni rivojlantirishning asosiy sababi jamiyat talablarining oshib borishidir. Shunday yangi texnologiyalarni ishlab chiqarishga tatbiq etish uchun jiddiy texnik-iqtisodiy tahlil kerak, ya'ni yangi maqbul yechimni topishga imkon beruvchi ko'rsatkichlarning texnik, tashkiliy va iqtisodiy parametrlar bilan o'zaro bog'liqligini tadqiq etish zarur bo'ladi.

Polimer kompozitsion materiallar (PKM) olish usullari to'ldirgichlar (tolasimon, kukunsimon), to'ldirgichlar va polimerlarning agregat (suyuq va qattiq) holatlari bilan aniqlanadi. PKM tayyorlashning o'ziga xos usullari va ularning o'ziga xos farqli tomonlari mavjud. Masalan, ma'lum klassifikatsiyaga mos ravishda plastiklarning tolasimon to'ldirgichlar bilan hosil bo'lgan massalarini olishning o'ziga xos usullari mavjud.

Quyida polimer kompozitsion materiallarni olishning oddiy sinflanishi keltiriladi:

1) qavatli plastiklar yoki tekstolitlar, bularda to'ldirgichlar tolalarning qavatsimon shaklida ishlatiladi;

2) varaqsimon va presslangan kompozitsiyalar, ular kesilgan tolalar, xom (biroz) pishirilgan iplar bilan to'ldirilgan;

3) yo'naltirilgan armaturalangan plastiklar, ular shishasimon yoki sintetik tolalar, g'altaklar, iplar, chilvirlarning yopishgan plastik massalaridan iborat;

4) shishasimon mato yoki tolalarni avvaldan shakllantirib past bosimlarda siqish usulida olingan plastiklar.

Shunday qilib, polimer matritsaga (o'yma qolip) tolani qo'shish usuliga qarab anizotrop xossali yoki izotrop xossali materiallar tayyorlanadi.

Dispers to'ldirgichlar asosida tayyorlanadigan ko'plab PKM larni olish bosqichlari kukunni preslash yoki smola bilan yut-



tirish yoki quruq usulda g'altakdan o'tkazish bilan tayyorlanadi.

Suyuq bog'lovchi materiallarni ishlatilganida kompozitsiyalarni olish, asosan, shakl berilishi bilan farq qiladi. Ho'l usulda shakl berishda shaklli qolipga tolasimon yoki dispers to'ldirgich to'ldiriladi va uni suyuq oligomer bog'lovchi bilan yuttiriladi. Oligomerlar o'lchamiga asosan monomer va polimer o'rtasidagi oraliq modda hisoblanadi, masalan, agar da dastlabki bog'lovchi modda holati qattiq bo'lsa (yuqori molekular polimer), u holda dastavval bog'lovchi materialning eritmasi tayyorlab olinadi. Massaga polimer massani yuttirilishi va undagi erituvchisini chiqarib tashlashdan keyin massani qotirish ishini yuqori haroratda katta bo'lmagan bosim ostida ezish bilan amalga oshiriladi.

Quruq holda shakl berishda shaklli idishga avvaldan bog'lovchi bilan yuttirilgan to'ldirgich joylanadi. Qotirish, ya'ni oxirgi bosqich qoidaga ko'ra, ho'l usuli kabi amalga oshiriladi.

Kompozitlarni tayyorlashdagi ko'ngilsiz holatlardan biri – kirishish natijasida hosil bo'ladigan bo'shliqlardir. Gap shundaki, to'ldiruvchilar sifatida ko'pincha yuqori haroratlarda yoki qotiruvchi agent qo'shilganida to'rsimon tuzilishli (polimerlanish yoki polikondensatlanish) polimerlarga aylanishiga olib keluvchi oligomerlar qo'shiladi.

Polimerlanish yoki polikondensatlanish jarayonlari doimo hajmning kichrayishi hisobiga sodir bo'ladi. Bunda oligomer yoki monomerning polimerga o'tishidagi zichlashish hodisasi molekulalararo oraliqning 3–4 dan  $\sim 1,54$  Å (valent bog'lari uzunligi) gacha qisqarishi sababli bo'ladi. Masalan, to'yinmagan birikmalarning polimerlanishida har bir moliga nisbatan hajm taxminan  $20 \text{ sm}^3$  ga kamayadi. Qayta ishlash

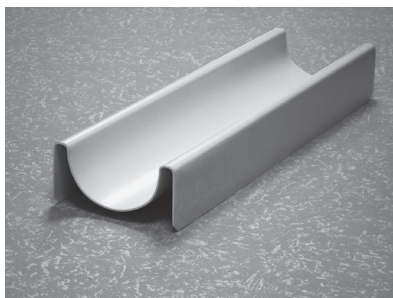
vaqtida bog'lovchi hajmining kamayishi buyumning shakli qiyshayishiga olib kelib, buyum mustahkamlik xossalarining yomonlashuviga sabab bo'lishi mumkin. Faqatgina bog'lovchilarning minimal kichrayishi holatidagina yuqori sifatli kompozitsion materiallarni olish mumkin. Suyuq polimer birikmalarni ishlatishning boshqa jiddiy kamchiligi shundaki, bog'lovchining qovushqoqligi polimerlanish jarayonida birdaniga oshib ketishi mumkin. Shuning uchun to'ldirgichning bog'lovchi massasida bir maromda taqsimlanishini ta'minlash uchun shakllantirishning bosimini bosqischli ravishda oshirib borish kerak bo'ladi.

Tolasimon PKMlar tayyorlash jarayonining o'ziga xos xususiyatlari bor. Masalan, shisha tolasini vanna orqali oligomer yoki polimerning shunday qovushqoqligidagi eritmasi o'tkaziladiki, bunda kolonnada qolayotgan bog'lovchining zarur miqdorini ta'minlash kerak bo'ladi. Keyin esa erituvchisi uchiriladi va ma'lum usul bilan qotirish ishi bajariladi.

Yuqorida keltirilgan barcha usullar bilan PKMlar olish jarayonlarida aralashtirishning turli usullaridan foydalaniladi. Barcha uchala holatda ham polimerni to'ldirilish darajasi 50% gacha bo'lgan aralashtirish usuli ishlatiladi. Agarda to'ldirishning darajasi yuqoriroq bo'lsa, polimer matritsasida armaturalanuvchan qo'shimchanning notekis taqsimlanishi kuzatiladi. Kamchiliklardan xoli bo'lgan, 1980-yil akademik N.S.Enikolopov rahbarligida ishlab chiqilgan polimerizatsion to'ldirgich qo'shish bilan PKMlar olish usulining o'ziga xos tomoni shundaki, to'ldirgichga avval noorganik to'ldirgichning sirtida adsorbsiyalanadigan gazsimon yoki suyuq polimerlanish initsiatori bilan ishlov beriladi. Shu yo'l bilan tayyorlangan to'ldirgichga gazsimon yoki suyuq monomer bilan ishlov beri-

ladi. Bunda to'ldirgich sirtida birdaniga polimerlanish ketishi natijasida uning sirti polimer plyonka bilan qavatlanadi. Plyonka qavatning kerakli qalinligiga erishilgach, unga ingibitor qo'shiladi. Ana shunday oddiy usul bilan mineral to'ldirgichlarning 90 va hatto 95% ulushigacha ega bo'lgan termoplastlarni olishga muvaffaq bo'lingan. Polimer matritsasi sifatida arzon va oson topiladigan monomerlar, masalan, etilen, propilen, butadiyen, vinilxlorid, stirol kabilar taklif etilgan.

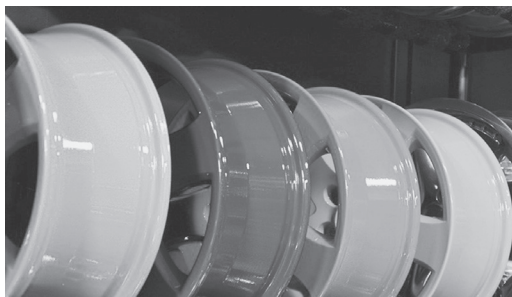
Ushbu polimerizatsion to'ldirgichlarni ishlatish bilan PKM larni olishning yangi usuli orqali sifatli materiallar olish imkoni yaratildi (2-rasm). Bu usulda PKMlar olishning avvalgi usulda olinadigan mahsulotlardan farqi shuki, olingan materiallarda



*a*



*b*



*d*

2-rasm. Qurilish (a) va texnikada (b) polimer kompozitsion materiallarning va polimer qoplamalarining (d) qo'llanilishi.

polimer bog'lovchining massasida to'ldirgichlar bir xilda va teng miqdorlarda taqsimlangan bo'ladi. Natijada mineral zarra-  
chaning har biri polimerning bir tarkibli plyonkasi bo'ladi. Shunday materiallarni avvalgi usullarda olishning imkoni bo'lmagan. Bu usul mutaxassislariga yangidan yangi PKMlarni olish imkonlarini yaratdi. To'ldirgichlarning turlari ko'paydi. Ularga qurilish materiallarining, masalan, beton plitalar, blok-  
larning noorganik va organik changsimon chiqindilari ham kirdi. Ushbu usulda olingan PKMlar issiqqa chidamli, ovozdan himoyalovchi va boshqa qator muhim xossalarga ega bo'lishi bilan bir qatorda arzon hamdir.

## **1.2. POLIMERLAR FIZIK, MEXANIK XOSSALARINING TA'SIRI VA AHAMIYATI**

**Polimerlarning fizik xossalari.** Polimerlarning to'ldirgich-  
lar bilan armaturalangan plastinkalarda ta'sirlashish tabiati juda murakkab bo'lib, uning mexanizmi hali oxirigacha o'rganilmagan.

Chet el tadqiqotchilari aniqlashlaricha, polimerlarni mustahkamlash va chidamliligini oshirish, asosan, kompozitsiyalarning xossalari aniqlovchi polimer-to'ldirgich sirtidagi fizik kuchlarga (ishqalanish, bosim kuchlari) bog'liq. Ushbu kuchlar qanday hosil bo'ladi? Olimlarning fikricha, to'ldirgich va polimer aralashmasining qotishi uning hamma yerida teng ketsa to'ldirgichning zarrachalari polimerning matritsasiga mustahkam bog'lanadi. Shuningdek, bunda polimerning to'ldirgich sirtida adgeziyalanishining sezilsiz bo'lishi kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishini kamaytiradi. Bog'lanishga kimyoviy yondashilsa yopishishning mustahkam

bo'lishida to'ldirgich sirtiga polimerning adgeziyalanishi asosiy rol o'ynaydi. Polimer kompozitsion materiallarni polimer va to'ldirgichning qavatlaridan iborat deb qarash mumkin. Bunday modelga tajriba kuzatuvlari ham to'liq javob bera oladi: kompozitlarning mustahkamligi komponentlarning faol sirlari oshgan sari oshadi. Bunda bog'lovchi tolani yelimlaydi va polimerning mustahkamligida birinchi navbatda adgeziya jarayoni muhim ahamiyaga ega bo'ladi.

Buni quyidagi fakt bilan tushuntirish mumkin: tolasimon PKMga kuch ta'sir qilsa u cho'zilish bilan bir vaqtda yon tomondan siqilishga uchraydi. To'ldirgich esa har tomonlama bog'lovchi bilan bog'langan bo'ladi va tola deformatsiyasi polimerning deformatsiyalanishiga olib keladi. Ko'ndalang siqishda polimerning plyonkasi cho'zilishi bilan birga uzilishi ham mumkin. Bundan quyidagi xulosani aytish mumkin: PKMni uzish uchun butun tolaning armaturasiga yetarli kuch emas, balki ko'ndalang siqish uchun ham kerakli kuch zarur bo'ladi. Demak, adgeziya katta bo'lsa, polimer muhitning mo'rtligi ham oshadi. Demak, polimer matritsa hajm birligida ma'lum mustahkamlikka ega bo'lsa, yupqa qavatda ham ma'lum darajada mustahkam holda bo'ladi.

Qurilish materiallari – quvurlar, kranlar, o'tkazgichlar uchun PKMlar, asosan, polimer-plastiklardan tayyorlanadi. Tadqiqotchilarning ta'kidlashicha, polimerlarning mustahkam bo'lishi kauchuk va plastiklar uchun muhimdir (3-rasm).

Polimer bog'lovchilar yelimlanish qavatlarining qalinligi kamaysa, mustahkamligi avvaliga ko'payadi, keyin esa kamayishi kuzatiladi.

Hozirgi vaqtda polimer tola bilan armaturalangan PKMlar texnikaning turli sohalarida keng ishlatilmoqda. Shuning uchun

PKMlardagi tarkibiy qismlarning o'zaro ta'sirlashish nazariyalarini ishlab chiqish, polimer kompozitlarning xossalarini boshqarish kelajakdagi muhim vazifalardan biridir.

**Polimerlarning mexanik xossalari** polimerlarga tashqi ta'sir kuchlari ta'sir etganida ularning mexanik holatlarini aniqlovchi umumiy xossalaridir. Polimerlarning mexanik xossalariga quyidagilar taalluqlidir:

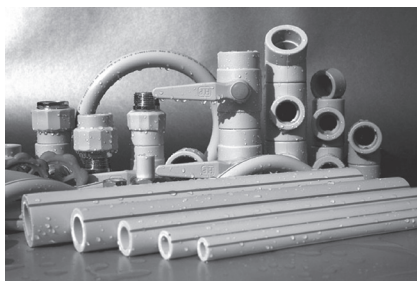
1. Tashqi mexanik kuchlar ta'sirida qaytma deformatsion kuchlarning katta bo'lishi (yuqori deformatsion kuchlar).

2. Materiallar mexanik ta'sirga uchrashining relaksatsion xarakteri – kuchlanganlik va deformatsiyalanish chastotasining ta'sir davomiyligi.

3. Polimer mexanik xossalarining uning olinish sharoitiga, ishlov berilishiga va qayta ishlanishiga bog'liqligi.

4. Anizotrop mexanik ta'sir natijasida kuchli anizotrop mexanik xossaga ega bo'lishi va tashqi ta'sir tugaganidan keyin ham uni saqlay olishi qobiliyati.

5. Kimyoviy o'zgarishlarning mexanik kuchlar ta'siriga chidamliligi.



*3-rasm.* Turli sharoitlarda ishlatishga mustahkam, elastik polimer kompozitsion qurilish materiallari: quvurlar, kranlar, o'tkazgichlar.

Polimerlar, asosan, uch xil amorf holatga ega: shishasimon, yuqori elastik, oquvchan.

Ushbu holatlarning ikkitasida (shishasimon va yuqori elastik) polimerlar uch o'lchamli (fazoviy, choklangan) bo'ladi.

Polimerlarning ishlatilish sohasi, asosan, uning ishlatilish harorat intervali bilan aniqlanadi (odatda  $-40^{\circ}\text{C}$  dan  $+40^{\circ}\text{C}$  gacha). Bu intervallarda yuqori elastik holdagi polimerlar *elastomerlar* deyiladi. Ulardan texnikada rezinalar ishlab chiqariladi. Ishlatilish vaqtida shishasimon holatda bo'lgan polimerlar *plastik massalar* deyiladi. Ulardan hajmga ega bo'lgan buyumlar va plyonkalar ishlab chiqariladi.

Polimerlarning deformatsion va friksion mustahkamligi muhim hisoblanadi.

Polimerlarning deformatsion xossalari deganda, uchuvchanlik va yuqori elastiklik, qattiqlik va yumshovchanlik, majburiy yuqori elastiklik, plastiklik, oquvchanlik, polimerning qovushqoqligi, ichki ishqalanish tushuniladi.

Polimerlarning mustahkamlik xossalari deganda esa, qattiqligi, uzoq vaqtgacha yaroqliligi, mo'rtligi, zarbaviy qovushqoqligi, charchashga mustahkamligi tushuniladi.

Friksion xossalariga ishqalanish koeffitsiyenti, yedirilishga qaroriligi kiradi.

### **1.3. POLIMER KOMPOZITSIYA TAYYORLASH VA HAR BIR KOMPONENTNING VAZIFALARI**

Polimer kompozitsiyalarni tayyorlash operatsiyalari quyidagi asosiy ishlardan iborat: komponentlarni aralashtirish; quritish; eritish; maydalash.

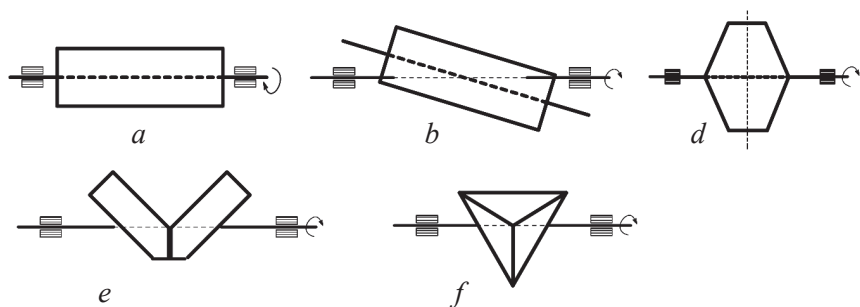
Aralashtirish texnologik jarayon bo'lib, polimerga qo'shimcha qo'shish bilan uning xossasini o'zgartiradi va kompozitsiyani gomogenizatsiyalaydi.

Qo'shiluvchilarni aralashtirishdan avval komponentlarni elaklash, quritish va kerak bo'lsa namlash va tortib olish kerak. Ayrim hollarda qoldiqlar tegirmonda maydalanib aralashtirishga uzatiladi. Elaklash asosiy materialni yirik aglomeratlar va begona qo'shimchalardan ajratish uchun amalga oshiriladi.

Polimer materiallarini quritish g'ovaklar, yoriqlar va boshqa salbiy holatlarning oldini olish maqsadida yuqori namlik sharoitida bajariladi.

Yirik masshtablardagi ishlab chiqarishlarda tortish ishlarini dozatorlar yordamida, kichik miqdorli ishlab chiqarishlarda esa oddiy tarozilarda bajariladi. Maydalash ishi maxsus tegirmonlarda amalga oshiriladi.

Polimerlarni to'ldirgichlar va ikkilamchi materiallar bilan aralashtirishni barabanli aralashtirgichlarda bajariladi. Masalan, quyida gorizontaal silindrik ko'rinishga ega bo'lgan aralashtirgich tasvirlangan (4-rasm).



4-rasm. Baraban tipli aralashtirgichlar:

*a* – gorizontaal; *b* – bochkasimon aralashtiruvchi o'qli;  
*d* – bitubli vertikal; *e* – «V» simon; *f* – tetraedrik shaklli.



Materiallarning aylanma harakati tufayli aralashtirgichlarda komponentlar aralashadi. Jarayon jadal ketishi uchun aralashtirgichlardan foydalaniladi.

Aralashtirish sifati bir tarkiblilik ko'effitsiyenti ( $V_c$ ) bilan baholanishi mumkin:

$$V_c = \frac{100}{C} \cdot \sqrt{\frac{(C_i - C)^2}{n-1}},$$

bu yerda:  $n$  – tahlil uchun olingan namunalarning soni;  $C$  –  $i$ -chi namunadagi aralashayotgan komponentning konsentratsiyasi;  $C_i$  – ideal aralashtirishda ushbu komponentning konsentratsiyasi.

Aralashtirishning eng yuqori holatiga polimerlarning boshqa tarkiblar bilan oquvchan holatda aralashishida erishiladi. Jarayonlar davriy va bosqichli amalga oshiriladi. Davriy aralashtirish jarayonlarida kuraklar ishlatiladi. Bundagi jarayon ko'p mehnatni talab etishi bilan birga poimerlarning destruksiyanishi (parchalanishi) sodir bo'ladi.

Polimerlarni eritish ikki bosqichda bajariladi, bo'ktirish va eritish:

- bo'ktirish – polimer va erituvchining diffuziyanish ko'effitsiyentlari farqining kattaligi hisobiga;

- eritish jarayonlari aralashtirishning samarali bo'lishiga imkon beradi.

Erituvchilarga quyidagi talablar qo'yiladi:

- polimerni nisbatan yaxshi erituvchan bo'lishi;
- polimerning erituvchi bilan chegarasiz aralashuvchan bo'lishi;

- qovushqoqlikning maksimal gradiyentiga ega bo'lishi, qovuqshqoqlik harorat o'zgarishi bilan sezilarli o'zgaruvchan

bo'lishi (bu keyingi texnik operatsiyalarni osonlashtirishi mumkin – filtrlash, deaeratsiya);

- uchuvchanlikning optimal darajasiga ega bo'lishi;
- qovushqoqlikning konsentratsion qiymati kam bo'lishi;
- kimyoviy qarorli, erituvchining boshqa komponentlariga inert bo'lishi;

- toksik, yong'inga va portlashga xavfsiz bo'lishi;

- iqtisodiy tejaluvchan bo'lishi kerak.

Tayyorlash 6–24 soat davomida bo'lishi mumkin.

*Maydalash.* Amaliyotda 3–5 mm o'lchamli zarrachali komponentlar ishlatiladi. Xomashyolar granula (termoplastik) yoki maydalangan (reaktoplast) bo'ladi. Ko'p sharoitlarda maydalangan komponentlar ishlatiladi.

*Granulalash* – materiallarni sochiluvchan bir o'lchamli zarrachalarga aylantirish. Granulalar silindrik, kubsimon, donsimon bo'ladi.

**Polimer asosidagi kompozitsion materiallar.** Polimer asosidagi kompozitsion materiallarda hamma tashkil qiluvchilarni birlashtirib yaxlit bir butunlikni hosil qiluvchi matritsa sifatida polimer bog'lovchilar qo'llaniladi. Plastik kompozitsion materiallarga plastmassalarni misol qilib ko'rsatish mumkin. Plastmassalarni yaratishda polimer asos yuqori oquvchanlik yoki elastiklik holatiga keltiriladi, so'ngra ma'lum bir texnologik usul bilan qo'shimchalar kiritiladi. Sovigandan keyin (qattiq holatda) kompozitsiya asosi shishasimon asosdagi plastiklarni uzoq vaqt qizdirilganda haroratga turg'unligi 260–370°C, fenolformaldegidli 260°C gacha, poliamidli bog'lovchi plastiklar esa 280–350°C ni tashkil etadi. Poliefir va epoksid komponentlarning xususiyatlaridan biri faqat yuqori haroratdagina emas, balki oddiy sharoitda ham qo'shimchalar ajra-

tib chiqarmasdan va choʻkma hosil qilmasdan qotishidir. Qatlamli plastmassalar chidamli konstruksiyalar uchun qulay materiallardir. Yupqa qatlamli toʻldiruvchilar orasida bogʻlovchi elementlar orqali taxlanib, bir butun anizotrop xususiyatga ega boʻlgan material hosil qilinadi. Bunday materiallar list, quvur, plita holatida chiqariladi. Ulardan mexanik ishlov berish orqali har xil buyumlar ishlab chiqariladi.

**Rezina** – kauchukni vulkanizatsiya qilish natijasida olingan mahsulot. Rezina – juda kam setka strukturali plastmassa. Bu yerda polimer bogʻlovchi yuqori plastik holda. Rezinalarda bogʻlovchi – bu kauchuk. Kauchuk tabiiy va sintetik boʻladi. Kauchukning molekulalari chiziqli va kam shaxobchali boʻlib, chuvalchangsimon yoki spiral konfiguratsiyaga ega hamda katta egiluvchanligi bilan ajralib turadi.

Yuqori elastiklik, yuqori egiluvchanlik, suyuqlik va gaz oʻtmasligi, yaxshi elektroizolatsiyaliligi rezining asosiy xossalari.

Baʼzilar ishqalanishga qarshilik, yaxshi demfirlash, aviatsiya yoqilgʻilariga va yogʻlariga turgʻunlik, qarama-qarshi va koʻp marta taʼsir qiluvchi kuchlarga chidamlilik xossalari ham ega. Yuqoridagilarni hisobga olib, rezina oʻzi va boshqa materiallar bilan birgalikda mashinasozlikda koʻp qoʻllaniladi.

Rezina mashina pnevmatikalari mashina egiluvchan shlanglari va truboprovodlari, amortizatorlar, membranalar, prokladka va zichlagichlar, yoqilgʻi uchun yumshoq baklar, rezinalashtirilgan gazmollar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Tashqi muhit taʼsirida (yorugʻlik, harorat, azot, kislorod, radiatsiya va boshq.) rezina eskiradi – oʻz xossalarini oʻzgartiradi. Eskirish koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi:

$$K = Z_1/Z_2 , \quad (1.2)$$

bu yerda:  $Z_1$  – yangi rezina egiluvchanligi;  $Z_2$  – eskirgan, ya'ni 3 yil davomida tabiiy sharoitda yoki  $-70^\circ\text{C}$  da 144 soat davomida sun'iy eskirgan rezina egiluvchanligi.

Yana sovuqqa chidamlilik ko'effitsiyenti ham ahamiyatga ega:

$$K_{\text{sovuq}} = \delta_{\text{sovuq}}/\delta_0 ,$$

bu yerda:  $\delta_0$  – uy haroratida rezinadan yasalgan namunaning cho'zilishi;  $\delta_{\text{sovuq}}$  – sovutilgan – muzlatilgan haroratdagi cho'zilishi.

Umuman, sovuqqa chidamlilik rezinaning mo'rtlashish harorati bilan aniqlanadi ( $t_{\text{mo'rt}}$ ). Bunda rezina o'zining elastikligini yo'qotadi, urilsa mo'rtligi buziladi.

**Rezina aralashmasini tayyorlash texnologiyasi.** Rezina har xil ingridiyentlarning murakkab aralashmasidir. Bularning har biri rezina xossalarini yaratishda o'zining ma'lum vazifasini bajaradi. Rezinaning asosi – kauchuk. Bunga har xil qo'shimchalar: vulkanizatsiya qiluvchi moddalar, tezlatkichlar – katalizatorlar, to'ldirgichlar, plastifikatorlar, eskirishni kamaytiruvchilar, bo'yoqlar va boshqalar qo'shiladi.

Oltingugurt, magniy oksidi, peroksidlar, nitrobirikmalar *vulkanizatsiya qiluvchilar* hisoblanib, makromolekulalar orasida ko'ndalang bog'lanish hosil qilishda to'g'ridan to'g'ri qatnashadilar. Bularning hajmi 5–7% ni tashkil qiladi. Qattiq rezinada, masalan, ebonitda 30% gacha tezlatgichlar (tiuram, kantaks, qo'rg'oshin oksidi) vulkanizatsiya jarayonini tezlatadi.

*To'ldirgichlar* kauchukka ta'siriga qarab: faol va inert (loqayd) bo'ladi. Faol to'ldirgichlar (qurum – saja, kremniy

oksidi) rezinaning qattiqligi, mustahkamligi va yeyilishga qarshiligini oshiradi. Inert to'ldirgichlar (talk, bo'r va boshq.) rezinani arzonlashtirish uchun qo'shiladi.

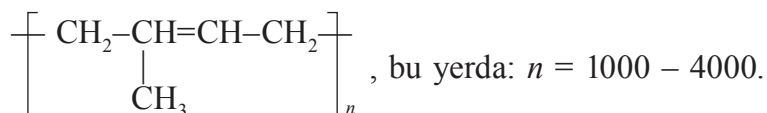
*Plastifikatorlar* – texnik vazelin, parafin, stearin kislota, mineral o'simlik moylari va boshq. 8–30% hajmni egallaydi, ishlashni yengillashtiradi, elastiklikni va sovuqqa chidamlilikni oshiradi.

*Eskirishni kamaytiruvchilar* (aldol, meozon, parafin, mum va boshq.) eskirishni kamaytiradi, kislorodning birikishiga qarshilik ko'rsatadi. Kislorod kauchukdagi ikki bog'lanishli joylarga birikadi. Natijada kauchuk makromolekulalari o'zirladi, qisqaradi, egiluvchanligi, elastikligi kamayadi. Mo'rtlashadi va rezina yuzasida darzlar to'ri paydo bo'ladi. Eskirishni kamaytiruvchilar kimyoviy va jismoniy ta'sir qiluvchilarga bo'linadi. Kimyoviy ta'sir qiluvchilar (aldol, meozon) rezinaga va kauchuk perekisiga kirib olgan (diffuziyalangan) kislorod bilan birlashib, uning oksidlanishini to'xtatadi. Jismoniy ta'sir qiluvchilar (parafin, mum) yuzada plyonka hosil qilib, kislorod diffuziyasini qiyinlashtiradi.

*Bo'yoqlar* (ultramarin) faqat dekorativ vazifani bajarmay, yorug'lik tufayli eskirishni to'xtatadi, chunki yorug'likning qisqa to'liqlik qismini yutadi.

*Kauchuk* hal qiluvchi rolni o'ynaydi. Tabiiy kauchuk, kauchuk daraxtining sharbatidan (lateks) olinadi. Lateks tarkibida 30–37% kauchuk bo'ladi.

Kimyoviy jihatdan toza va tabiiy kauchuk – chegaralanmagan uglevodorod:



Tabiiy kauchuk yumshoq elastik material, zichligi  $0,91-0,94 \text{ g/sm}^3$ , organik erituvchilarda (benzin, benzol, xloroform va boshq.) yaxshi eriydi. Amorf holda bo'ladi. Uzoq saqlansa kristallanadi. Cho'zib deformatsiyalash kauchukni kristallantiradi. Kristallik fazaning hosil bo'lishi uchun puxtalantiriladi.  $-70^\circ\text{C}$  da kauchuk elastiklikni yo'qotib mo'rtlashadi,  $+70^\circ\text{C}$  gacha qizdirish plastikligini oshiradi. U  $200^\circ\text{C}$  da parchalanadi. Tabiiy kauchuk asosidagi rezina yuqori puxtalikka va elastiklikka ega.

Rezina ishlab chiqarishda ko'proq sun'iy kauchuk ishlatiladi. Uning xossalari ko'proq. Sun'iy-sintetik kauchuk spirtidan, neftdan, neft olishdagi yo'lakay gazdan, tabiiy gazdan olinadi.

Butadiyenli kauchuk (SKB) gaz holatidagi butadiyen uglevodorodini metalli natriy ishtirokida  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$  polimerizatsiya qilib olinadi.

Butadiyenli kauchukning sovuqqa chidamliligi:  $-40-50^\circ\text{C}$ . Maxsus rezinalar ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Butadiyenstirolli kauchuk (SKS) butadiyen ( $\text{C}_4\text{H}_6$ ) va stirolni ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5$ ) birgalikda polimerlab olinadi. Sovuqqa chidamliligi  $-77^\circ\text{C}$ . Turg'unligi kam: yog'da, yoqilg'ilarda.

Izoprenli kauchuk (SKI) izoprenni ishqoriy metallar (litiy) ishtirokida polimerlab olinadi. Bularan tashqari, xloroprenli, butadiyennitrilli, ftorli, polisulfidli kauchuklar bor.

**Rezina aralashmasini tayyorlash, detallar olish.** Tayyorlash bir necha xil operatsiyadan iborat. Ingrediyentlarni tayyorlash, ularni aralashtirish, kerakli formadagi yarimfabrikatlarni olish asosiy operatsiyalar hisoblanadi.

Ingrediyentlarni aralashtirishdan oldin kauchuk bo'lakchalarga qirg'iladi,  $40-50^\circ\text{C}$  gacha qizdirilgan jo'valar orasidan bir necha bor o'tkazilib, plastifitsirovka qilinadi. Bunda

kauchukning boshqa tashkil etuvchilar bilan aralashish qobiliyati ortadi.

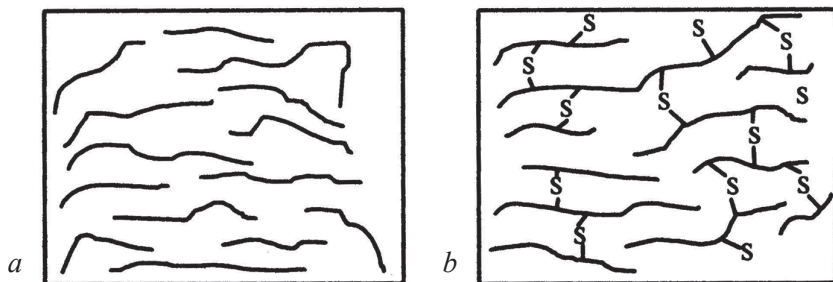
Yuqorida aytilgandek, aralashtirishda tashkil etuvchilarning faqat ulushiga emas, ularni aralashtirish ketma-ketligiga ham qattiq e'tibor berish kerak. Birinchi bo'lib, eskirtirishga qarshi qo'shimchalar, oxirida vulkanizatsiya qiluvchilar (oltingugurt yoki magniy, rux oksidi), eng oxirida vulkanizatsiyani tezlashtiruvchilar qo'shiladi. Aralashtirish maxsus mashinalarda bajariladi.

Aralashtirish natijasida olingan massa kalandrovka qilinadi – jo'valanadi. Kalandr – tekis jo'va. Jo'valashdan oldin jo'va 40–80°C gacha qizdiriladi. Bunda ma'lum qalinlikdagi list yoki lenta ko'rinishdagi rezina xomashyosi (vulkanizatsiya qilinmagan) olinadi rezina listlar yog'och barabanlar orasiga chegaralovchi mato qo'yib o'raladi. Mato rezina listlar yopishmasligini ta'minlaydi. Bu holda xom rezinani 5–20°C da uch oy, ba'zi hollarda 6 oygacha saqlash mumkin. Mayda rezina detallar maxsus pressformalarda formovka qilib olinadi.

Quvurlarni listlarni bukib yelimlab olinadi yoki presslab, orasiga mundshtuk qo'yib olish mumkin. Mashinasozlikda rezina pnevmatika: shassi g'ildiraklari, dum qismi g'ildiraklari, kameralar, shlanglar, trubkalar, baklar, amortizatorlar va boshqa mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun ishlatiladi.

Vulkanizatsiya eng kerakli texnologik operatsiya. Buning natijasida kauchuk rezinaga aylanadi.

Ko'pchilik sharoitda vulkanizatsiya kauchuk bilan oltingugurtning o'zaro kimyoviy bog'lanishidir. Oddiy rezina uchun 5–7%, qattiq rezina – ebonit uchun 30–35% oltingugurt qo'shiladi (5-rasm).



5-rasm. Rezina molekularining qurilish sxemasi:  
*a* – xom rezina; *b* – vulkanizatsiya qilingan rezina.

Vulkanizatsiya ikki xil: issiq va sovuq bo‘ladi. Issiq vulkanizatsiya gidroresslarda 140–145°C haroratda, 25–75 kg/sm<sup>2</sup> bosim ostida 2–40 daqiqa vaqt oralig‘ida olib boriladi. Aviatsiya detallari (kamera, pokrishka) uchun maxsus vulkanizatorlar qo‘llaniladi.

Sovuq vulkanizatsiya yupqa devorli mahsulotlar uchun qo‘llaniladi. Bunda 2–3% li oltingugurt xlorli uglerod sulfid eritmasida bir necha daqiqa ushlab turiladi. Oltingugurt qo‘shilmaydi.

$\gamma$ -nur ham vulkanizatsiya qila oladi. Eng qizig‘i, agar ham oltingugurt, ham  $\gamma$ -nur berilsa, jarayon yana tezlashadi.

Vulkanizatsiya natijasida mustahkamlik va egiluvchanlik ortadi. Eskirishga qarshiligi, har xil erituvchilarga qarshiligi, elektr o‘tkazmasligi kabi ba’zi fizik-kimyoviy xossalari ham ortadi.

**Rezina xossalari**ga ishlash sharoitining ta’siri. Vulkanizatsiya qilingan rezina xossalariining ko‘pchiligi uning fazoviy-to‘rsimon strukturasi**ga bog‘liq**. Rezinalarga orqaga qaytish deformatsiyasi xos, u 1000% gacha yetadi. Rezinaning strukturasi va harorati kuch ostida deformatsiyaning rivojla-

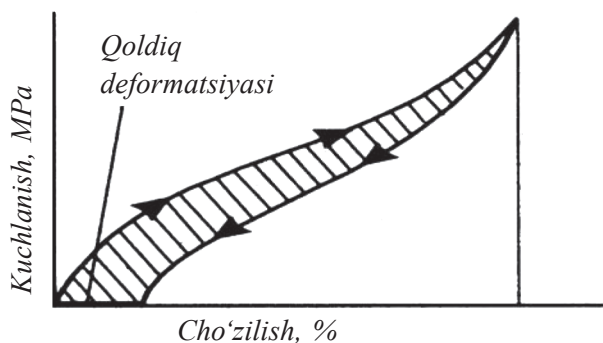


nish tezligini aniqlaydi. Kuch ta'sirida buklangan-taxlangan makromolekulalar qad ko'tarib, to'g'rilanadi. Deformatsiya sekin rivojlanadi va kuchlanishdan bir faza orqada bo'ladi. Kuch olib tashlangach makromolekulalar avvalgi chuvalchangsimon shaklga qaytadi. Lekin, yuqori elastik deformatsiyaning orqaga qaytib tiklana olmagan qismi hisobiga qoldiq deformatsiya ham bo'ladi. Bu o'z navbatida ko'ndalang kimyoviy bog'lanishlarning kuch qo'yish vaqtida uzilishi natijasidir.

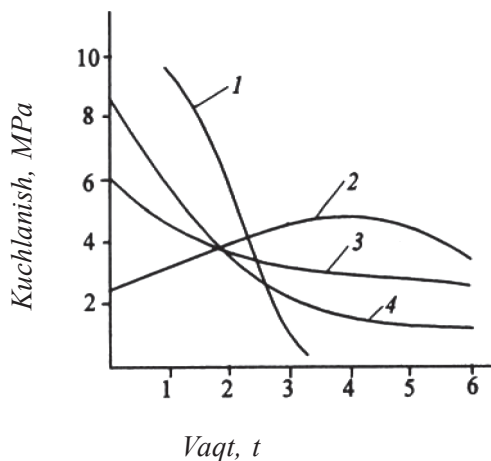
Kuch qo'yish va kuchni olish ishlari orasidagi farq rezina-ning amortizatsion xossalarini ifodalaydi (6-rasm).

Berilgan tezlikda rezina deformatsiyasining diagrammasi cho'zish – qayta tiklanish tekisligida Gisteris sirtmog'i maydoni siklik kuchlanish davrida (shina, mufta, amortizator) rezinaning ichki ishqalanish kattaligi va rezinaning qizish haroratini ifodalaydi. Rezinaning bu sikl kuchlar chizig'ini ushlab turish qobiliyati, uning charchamaslik chidamliligi deyiladi.

Qizdirish rezina mustahkamlik xossalarini pasaytiradi. Termik turg'unlik rezina strukturasiga va kimyoviy bog'lanishlar kuchiga bog'liq (7-rasm).



6-rasm. Berilgan tezlikda rezina deformatsiyasining diagrammasi.



7-rasm. Rezinaning termik eskirishidan keyingi ( $t=125^{\circ}\text{C}$ ) mustahkamligi: 1 – xlorpen; 2 – issiqbardosh sintetik kauchuk; 3 – butilkauchuk; 4 – butadiyennitrilli sintetik kauchuk asosidagi rezina.

Xlorpen asosidagi rezina o'zining mustahkamligini ancha tez pasaytiradi. Organik rezinalar  $150^{\circ}\text{C}$  qizdirilgach 1–10 soatda o'z mustahkamligini yo'qotadi.

Bir vaqtning o'zida harorat, ozon, kislorod, kuchlanish va ultrabinafsha nurlarining ta'siri rezina eskirishini ancha tezlashtiradi.

SKT asosidagi rezina bu haroratda uzoq vaqt ishlay oladi. SKF, SKT asosidagi rezinadan yasalgan detallar (prokladka, zichlagich-uplotnitel, kolpachoklar)  $250\text{--}300^{\circ}\text{C}$  da uzoq vaqt ishlay oladi.

Sovuq holatda rezinalar, amalda, o'zlarining yuqori elastik holatlarini yo'qotadilar va oynasimon holatga o'tadilar.

Ionlashtiruvchi nurlar rezinani eskirtadi. SKN, SKB asosidagi rezinalarda bu tezroq, NK, SKI-3 larda sekinroq ro'y beradi.

Shuni esda tutish kerakki, rezina eskirish hodisasiga moyil. Bunda rezinaning fizik-kimyoviy va mexanik xossalari pasayadi. Eskirish quyosh nuri ostida, harorat ta'sirida, oksidlovchilar (kislorod, ozon) ta'sirida, ichki kuchlanishlar ta'sirida tezlashadi.

Ishlatish va saqlashda shularga e'tibor berish kerak.

Rezina mahsulotlarini bino ichida quyosh nuri tegmaydigan xonalarda, 5–20°C haroratda, 40–65% namlikda saqlash lozim. Qolgan hollarda rezina turiga qarab, maxsus texnik talablarga rioya qilinadi.

Xulosa qilib shuni aytish joizki, polimer kompozitsion materiallarning mustahkamligi katta bo'ladi, buning uchun matritsaning cho'zilishidagi deformatsiya qiymati to'ldiruvchining deformatsiya qiymatidan katta yoki teng bo'lishi kerak. Ko'pchilik ishlab chiqarish korxonalarida polimer kompozitsion materiallardan mahsulot tayyorlash shu materiallarni olish texnologiyasi bilan birgalikda olib boriladi. Kompozitsion materiallar xossalari qo'shimcha elementlar (to'ldiruvchi)ning ta'siri juda katta bo'lganligi uchun, ko'pincha shu kompozitsion materialning nomi uning to'ldiruvchisi nomi bilan ham aytiladi. Masalan, grafitoplastlar, shisha tolali kompozitsiyalar, organoplastiklar va boshqalar. Kompozitsion materiallarni makrotuzilishi bo'yicha ham farqlash mumkin. Matritsada to'ldiruvchilar tartibsiz joylashishi mumkin, lekin ko'pincha ularning tartibli joylashishiga erishishga harakat qilinadi. Har xil o'lchamga ega bo'lgan to'ldiruvchi va armaturalar birgalikda qo'llanganda ularning o'zaro tartibli joylashish imkoniyatlari ko'p bo'ladi.

Sanoatda latta va qog'oz chiqindilardan (ularning yori-lishga, darz ketishga qarshiligi katta hamda tebranma yuklanishlarni so'ndiradi) foydalaniladi. Ishlatilishiga qarab ular-

ning konstruksion, elektrotexnik, egiluvchan jipslanuvchi (germetik) hamda grafitlangan turlari mavjud. Ulardan shovqin chiqarmaydigan katta va kichik tishli g'ildiraklar, podshipniklarning almashuv (vkladish) qismlari tayyorlanadi. Ular bronzalarga nisbatan 10–15 barobar uzoq ishlaydi, ishlash sharoiti harorati 80–90°C dan oshmasligi kerak. Konstruksion tekstolitlar jo'valash dastgohlarida markazdan qochma kuch asosidagi suv so'rgich (nasos)larda, turbinalarda ishlatiladi.

### **Nazorat savollari**

1. Hozirgi vaqtda turli usullarda olinadigan polimerlardan tayyorlangan qanday materiallar iste'molga chiqarilgan?
2. Metall o'rnini bosuvchi qanday yangi turdagi polimer mahsulotlari ishlab chiqarilmoqda?
3. Kompozitsion materiallar qanday olinadi?
4. Polimerlarning turiga ko'ra qanday plastmassalar mavjud?
5. Polimer kompozitsion materiallar olishning sinflanishi va ularga xos xususiyatlarni tushuntiring.
6. Polimerlarning fizik xossalarini gapirib bering.
7. Polimer bog'lovchilar haqida ma'lumot bering.
8. Polimerlar mexanik xossalarining umumiy qonuniyatlari qanday?
9. Polimerlar, asosan, qanday amorf holatga ega?
10. Polimer kompozitsiyalarni tayyorlash operatsiyalarining qanday usullari mavjud?
11. Polimer erituvchilarga qo'yiladigan talablar.
12. Polimer asosidagi kompozitsion materiallar olishda nima ishlatiladi?
13. Rezina nima va uning asosida nimalar olinadi?
14. Rezina eskirish koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?
15. Butadiyenli va butadiyenstirolli kauchuklar qanday olinadi?

---

---

## **2-BOB.**

### **PLASTMASSA BUYUMLAR ISHLAB CHIQRISH**

#### **2.1. POLIMERLARDAN OLINGAN BUYUMLARNING EKSPLUATATSIYA XOSSALARI**

Hozirgi paytda plastmassa buyumlar turli usullar bilan ishlab chiqariladi. Bu usullarni tanlash polimer turiga, uning dastlabki holatiga, shuningdek, buyumning shakli va o'lchamlariga bog'liq.

Usullarning ko'pligi ularni sinflarga bo'lish zarurligini taqozo etadi. Mak-Kelvi tomonidan taklif qilingan turli usullarni bir xil guruhlariga birlashtirish yo'li to'g'riroq hisoblanadi. Bunda birinchi guruhga faqat fizik jarayonlarga asoslangan, ikkinchi guruhga faqat kimyoviy jarayonlarga asoslangan, uchinchi guruhga esa fizik-kimyoviy jarayonlarga asoslangan usullar kiritilgan.

Polimer moddalarning dastlabki holati, ularning tarkibi, turli fizik-kimyoviy jarayonlarga asoslangan usullarning sinflarga bo'linishida keltirilgan.

Bir xil fizik o'zgarishga asoslangan ekstruziyalash, kallandrlash, bosim ostida quyish va boshqa jarayonlar ishlab chiqarishga kiritilgan. Bunda buyumlarning shakl olishi qovushqoq-oquvchan holatda bo'lgan polimerning deformatsiyalanib sovutilishi hisobiga amalga oshadi. Bu jarayonlar qovushqoq-egiluvchan, Nyuton suyuqliklari bo'lmagan suyuqliklarning oqish qonuniyatlari, polimerlarning kristallanishi yoki

shishalanishi bilan tushuntiriladi. Bunda dastlabki xomashyo sifatida termoplastik polimerlar asosidagi granulalangan kompozitsiya ishlatiladi, biroq ekstruziyalash va kalandrlash usullari uchun quruq aralashtirilgan kukunsimon kompozitsiya yoki valslangan suyuqlanmadan foydalanish mumkin.

Qayta ishlash umumiy diffuziyon-adgeziv jarayonlarni (rotatsion shakllash, changlash va boshq.) o'z ichiga oladi. Ayni paytda buyumlar kukunsimon massalar va plastmassalarni harorat ta'sirida suyultirish va qotirish yo'li bilan tayyorlanadi. Mustaqil guruhlariga eritmalardan buyumlar olish (plyonkalar quyish, tolalar shakllash, shpredinellash kabi) texnologik jarayonlari birlashtirilgan. Polimer kompozitsiyalarni ko'piklash, shuningdek, polimerlar yoki suyuq formopolimerlarni ma'lum shaklda polimerlash guruhga birlashtirilgan.

Monomer initsiator yoki katalizator bilan aralashtiriladi va suyuq holatda shaklga quyiladi, natijada kimyoviy reaksiyaga kirisib, polimer hosil bo'ladi. Shaklda monomerlarni polimerlash usulida list holatidagi materiallar (organik shisha list), shuningdek, turli konfiguratsiyadagi buyumlar olinadi (masalan, kaprolandlar). Oriyentatsiya, pnevmovakuum shakllash va shtamplash usullarida yuqori elastik holatdagi list va plyonka materiallar qayta ishlanadi. Ular kalandrlash yoki ekstruziya usullari bilan olinadi. Bu usullar uchun polimerlarning cho'zilishdagi deformatsiyasi, rekristallanishi va oriyentatsiyasi xosdir.

Turli xil usullar bilan olingan buyumlarga qo'shimcha ishlov beriladi.

Termoreaktiv materialni qayta ishlash usullari ham shunga o'xshash sinflarga bo'lingan. Bunda buyumlarni pressmaterial-

lardan yoki ayrim komponentlardan (suyuq polimerlar, to'ldiruvchilar, armirlovchi materiallar) tayyorlash mumkin.

Barcha usullarda buyumlarni shakllash (kompozitsiyaga zarur konfiguratsiya berish) qovushqoq-oquvchan holatda bo'lgan pressmaterialning siljib oqishi hisobiga amalga oshadi, so'ngra bog'lovchi material yordamida qotirilib suyuqlanmaydigan va erimaydigan holatga o'tadi. Bu jarayonlar umumiy ftzik-kimyoviy qonuniyatlarni o'z ichiga olgani uchun bir guruhga birlashtirilgan.

Suyuq bog'lovchilar shimdirilgan, so'ngra qotirilib armirlanadigan materiallarga ma'lum konfiguratsiya berib olinadigan ko'piradigan termoreaktiv kompozitsiyalardan buyumlar tayyorlash maqsadida qo'llaniladigan qayta ishlash usullarining o'ziga xos tomoni shundaki, bunda g'ovak hosil bo'lishi va qotish kimyoviy reaksiyasi bir vaqtda sodir bo'ladi.

Plastmassalarni buyumlarga va yarimtayyor mahsulotlarga aylantirishda quyidagilarga ahamiyat berish kerak:

- plastmassa yoki kompozitsion materiallarni ekspluatatsiya sharoitiga bog'liq xususiyatlariga ko'ra tayyorlash;
- ularni shaklni oson qabul qiladigan holatga o'tkazish;
- plastmassalarga buyum yoki yarim mahsulot shaklini berish usullari va tegishli rejimlarni yaxshi bilish;
- buyum yoki yarim mahsulotga tugallangan shakl berish.

Sanoatda ishlab chiqariladigan polietilen bir-biridan zichligi, molekular massasi va kristallik darajasi bilan farqlanadi.

**Polietilen** quyi va yuqori zichliklarga ega bo'lib, bu qiymat 910–970 kg/m<sup>3</sup>, yumshash harorati 105–130°C bo'lgan termoplastik polimerdir. Shuning uchun xossalari va ishlatilish joyiga qarab u bir-biridan zichligi, suyuqlanmasining oquvchanlik ko'rsatkichi, barqarorlovchi qo'shilgan va qo'shilmaganligi bilan

farqlanuvchi turli rusumlar ostida chiqariladi. Doimiy og'irlikning uzoq ta'siri natijasida polietilen deformatsiyalanadi. Quyi zichlikli polietilennning uzoq vaqtli mustahkamlik chegarasi 2,45 MPa, yuqori zichlikli polietilenniki esa 4,9 MPa ga teng.

Uzoq vaqt ishlatiladigan polietilen mahsulotlarining yorilish ehtimoli bor. Polietilen  $-70^{\circ}\text{C}$  da mo'rt bo'ladi va shuning uchun undan olingan mahsulotlar qattiq sovuq sharoitlarda ham bimalol ishlatilishi mumkin.

U, shuningdek, suvga yuqori chidamlilik xossalarini ham namoyon etadi.

Sanoatda *yuqori bosimli polietilen*  $200\text{--}280^{\circ}\text{C}$  da 150–300 MPa bosim ostida kondensirlangan gaz fazasida radikal polimerlanish initsiatorlari ishtirokida polimerlab olinadi. Olingan polimer  $920\text{--}930\text{ kg/m}^3$  zichlikka, 80000–500000 o'rtacha massaviy molekular og'irlikka va 50–65% kristallik darajasiga ega bo'ladi.

Sanoatda yuqori bosimli polietilenni ishlab chiqarish uchun bir-biridan konstruksiyalari bilan farqlanuvchi ikki xil reaktor qo'llaniladi. Bulardan biri ideal siqib chiqarish prinsipida ishlovchi quvur ko'rinishidagi apparat bo'lsa, ikkinchisi aralashtirgichli vertikal silindr apparati – ideal aralashtirish prinsipida ishlovchi, aralashtirgichli avtoklavlardir.

Quvur ko'rinishidagi apparatda yuqori bosimli polietilen ishlab chiqarish sanoatda ishlatiladigan quvurli polimerlovchi reaktorlar, quvur ichida quvur tipidagi ketma-ket ulangan issiqlik almashgichlardan iborat. 8-rasmda quvurli reaktorda yuqori bosimli polietilenni uzluksiz usulda olishning umumiy sxemasi keltirilgan.

Reaktor quvurlari o'zgaruvchan diametrli bo'ladi (50–75 mm). Quvurlarning bir xil bo'limlari retubrent yoki kalach deb



nomlanuvchi massiv ichi bo'sh plitalar yordamida biriktiriladi. Quvur va kalachlar bir-biri bilan ketma-ket biriktirilgan qobiq bilan o'ralgan. Etilenni qizdirish hamda ajralib chiqayotgan issiqlikning ortiqcha qismini reaksiya muhitidan olib chiqib ketish uchun issiqlik tashuvchi sifatida 190–230°C li o'ta qizdirilgan suv ishlatiladi. O'sha qizdirilgan suv quvurli reaktor qobig'iga reaksiya massasi hamda etilen harakatiga qarama-qarshi tomondan yuboriladi. Yuqori haroratli o'ta qizdirilgan suv quvur devorlarida polimer pardasi hosil bo'lishining oldini olish maqsadida ishlatiladi.

Gazlarni ajratish sexidan yangi etilen 0,8–1,1 MPa bosim ostida kollektorga (1) va undan keyin aralashtirgichga (2) kelib tushadi. Bu yerda u past bosimli qaytma etilen bilan aralashtiriladi. Bu aralashmaga kislorod qo'shilib birinchi kaskaddagi uch pog'onali kompressorga uzatiladi va bu yerda 25 MPa bosimgacha siqiladi. Etilen har pog'onada siqilganidan keyin sovitgichlarda sovitilib, separatorlarda yog'dan ajratiladi va undan keyin aralashtirgichga (4) uzatiladi. Bu yerda u ajratgichdan (7) kelayotgan yuqori bosimdagi qaytma etilen bilan aralashtiriladi. Keyin aralashma ikkinchi kaskaddagi ikki pog'onali kompressorga (5) uzatiladi va bu yerda u 245 MPa bosimgacha siqiladi. Birinchi siqilgan etilen sovitgichlarda sovitilib, separatorlarda yog'lardan tozalansa, ikkinchi pog'onada (bosqichda) siqilganidan keyin 70°C da (sovitilmasdan) polimerlash uchun quvurli reaktorning (6) uchta bo'limiga uzatiladi.

Polimerlovchi-reaktor uch bo'linmadan tashkil topgan bo'lib, har bir bo'linmadan oldin ishlatilayotgan initsiator turiga qarab gaz va reaksiya aralashmani 120–190°C gacha isitish uchun issiqlik almashgichlar o'rnatilgan. Uchinchi bo'lim oxirida

sovitgich oʻrnatilgan boʻlib, unda reaksiya massasi 200–250°C gacha sovitiladi (sxemada issiqlik almashgichlar va sovitgich koʻrsatilmagan).

Quvurli reaktorda etilenning polimerlanishi quyidagi sharoitlarda olib boriladi (1-jadval).

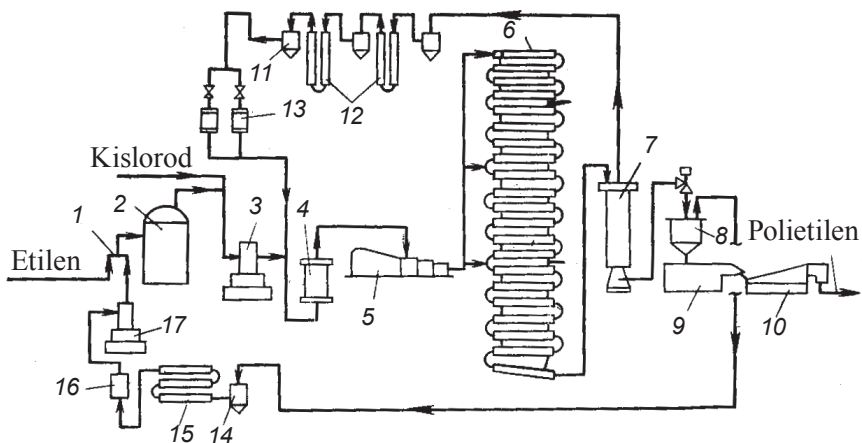
*1-jadval*

**Quvurli reaktorda etilenning polimerlanishi sharoitlari**

| <b>Harorat, °C</b>                                              | <b>190–200</b> |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|
| Bosim, MPa                                                      | 245            |
| Kislorod konsentratsiyasi, %                                    | 0,002–0,008    |
| Etilenning bir siklda (aylanishda) polimerga oʻtish darajasi, % | 26–30          |
| Etilen polimerga oʻtishining umumiy darajasi, %                 | 95–98          |

Quvurli reaktordan (6) reaksiyaga kirishmagan etilen polimer bilan aralashma holida reduksiya ventili orqali 24,5–26,3 MPa bosim ostida yuqori bosimli ajratgichga (7) tushadi. Bu yerda etilen va polietilen bir-biridan ajratiladi. Ajratgichning yuqori qismidan reaksiyaga kirishmagan etilen siklonli separatorlar hamda sovitgichlarga (12) yoʻnaltiriladi. Bu yerda etilen bilan birga olib ketilgan polietilen ajratiladi. Keyin etilen sovitiladi va yangi etilen bilan aralashtirish uchun aralashtirgichga (4) va undan siklga qaytariladi.

Suyuqlantirilgan polietilen yuqori bosimli ajratgichning pastki qismidan drosselli ventil orqali past bosimli ajratgichga (8) yoʻnaltiriladi. Past bosimli ajratgichda bosim 0,15–0,59 MPa atrofida ushlanadi. Erigan etilen qoldiqlaridan tozalangan



8-rasm. Gaz fazasida yuqori bosimli polietilen ishlab chiqarish jara-  
yonining sxemasi: 1 – kollektor; 2 – past bosimli etilenni aralash-  
tirgich; 3 – birinchi kaskad kompressori; 4 – yuqori bosimli etilenni  
aralashtirgich; 5 – ikkinchi kaskad kompressori; 6 – quvurli reaktor;  
7 – yuqori bosimli ajratgich; 8 – past bosimli ajratgich; 9 – granula-  
lovchi jihoz; 10 – tebranma elak; 11, 14 – siklonli separatorlar; 12, 15 –  
sovitgichlar; 13, 16 – filtrlar; 17 – dastlabki siqish kompressori

180–190°C li polietilen suyuqlanmasi shtutser orqali granula-  
lovchi dastgohlarga (9) yoʻnaltiriladi.

Granulalovchi dastgohlarga barqarorlovchi aralashma (fenil- $\alpha$ -naftilamin difenil-n-fenilendiamin bilan) va boshqa qoʻshi-  
luvchi moddalar uzluksiz berib turiladi. Barqarorlovchi bilan  
aralashtirilgan polietilen granulalashga yoʻnaltiriladi. Granu-  
larni tez sovitish maqsadida granulalovchi shakl tuzsizlan-  
tirilgan suv bilan sovutiladi. 60–70°C gacha sovutilgan polietilen  
granulalari suv bilan tebranma elakka (10) olib chiqiladi.  
Tebranma elakka suvdan tozalangan granulalarni quritish  
maqsadida issiq havo beriladi. Tayyor polietilen qoplarga joy-  
lanadi (8-rasm).

Yuqori bosimli polietilen qanday bo'lsa o'shandoq yoki turli ranglarga bo'yalgan holda chiqariladi.

Yuqori bosimli polietilenni aralashtirgichli avtoklavda ishlab chiqarish sanoat avtoklavlari uzluksiz ishlovchi qalin devorli vertikal apparat bo'lib, apparat balandligi bo'yicha tashqi sovitgichi bo'lgan vintsimon aralashtirgich bilan jihozlangan. Odatda bunday reaktorlar 0,5 m<sup>3</sup> hajmga ega bo'lib, balandligi 6 m gacha va diametri taxminan 300 mm atrofida bo'ladi. Ular maxsus yuqori sifatli po'latdan tayyorlanadi. Reaktorlarning ishlab chiqarish unumdorligi yiliga 15000 tonna polietilenni tashkil etadi.

Yuqori bosimli polietilenni aralashtirgichli avtoklavda olishda polimerlash initsiatorlari sifatida di-tret-butil peroksidi, laurel va tret-butilperbenzoat peroksidlari ishlatiladi. Ular reaksiya muhitiga tozalangan parafin yog'laridagi 4–25% li eritmalar sifatida kiritiladi.

*Past bosimli polietilen* (yuqori zichlikdagi) sanoatda gaz va suyuq fazalarda ionli yoki koordinatsion ionli polimerlash orqali olinadi. Jarayonni 0,3–0,5 va 2–2,5 MPa bosimda 70–80°C, 90–105°C haroratda, Sigler-Natta yoki xromorganik, xrom oksidlari kabi katalizatorlar ishtirokida olib boriladi.

Bu usulda olingan polietilenning molekular massasi olish usuli va ishlatilgan katalizator xiliga bog'liq bo'ladi. Sigler-Natta katalizatorlari ishtirokida molekular massasi 2–3 mln. ga teng polimerlar olish mumkin.

Sanoatda, asosan, molekular massa 80000–500000 bo'lgan polietilen ishlab chiqariladi. Molekula massasi juda yuqori bo'lgan polietilenni qayta ishlashning maxsus usullari ishlab chiqilgan.

Suyuq faza va past bosimda (yuqori zichlikli) polietilen olish uchun past bosimdagi polietilen etilenni 0,3–0,5 MPa bosimda, 70–80°C da, organik erituvchilar (benzin va sh.k.) muhitida polimerlab olinadi. Polimerlanish Sigler-Natta katalizatorlari (dietilaluminiyxlorig va titantetraxlorid) ishtirokida olib boriladi. Alkilaluminiyning titan tetraxloridga nisbati 1:1 dan 1:2 gacha olinadi.

Bu katalizator kompleksi havodagi kislorod va namlik ta'sirida parchalanib ketishi sababli polimerlanish suvsizlantirilgan eritma muhitida va azot atmosferasida olib borilishi shart.

Past bosimda polietilen ishlab chiqarish texnologik jarayoni quyidagi bo'limlardan iborat: katalizator kompleksini tayyorlash, etilenni polimerlash, polimerni yuvish, ajratish va quritish. Ushbu sxema bo'yicha hamma bo'limlarda jarayonlar uzluksiz amalga oshiriladi.

Sanoatda polietilen  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Cl}/\text{TiCl}_4$  katalitik kompleksi ishtirokida yarim uzluksiz usulda olinadi. Trietilaluminiyga nisbatan polimerlanishda dietilaluminiyxlorigni ishlatish ancha qulay. Chunki dietilaluminiyxlorig oson tozalanadi, ancha arzon va eng muhimi yonish hamda portlashga moyilligi ancha kam.

Katalizator kompleksi 25–50°C da (1) va (2) o'lchagichlardan uzatilayotgan dietilaluminiyxlorig bilan tetraxlor-titanning benzindagi eritmalarini 3-aralashtirgichda aralashtirib olinadi. Olingan kompleks 15 daqiqa ushlab turilgach, 4-apparatda hisoblagich orqali tushayotgan benzin bilan 1 kg/m<sup>3</sup> konsentratsiyagacha suyultiriladi.

Katalizatorning tayyor suspenziyasi oraliq idish (5)ga uzatiladi va u yerdan me'yoriy nasos bilan uzluksiz polimerlanish apparati (6)ga berib turiladi. Polimerlanish apparatiga

rostlagich yoki hisoblagich orqali toza etilenning vodorod bilan aralashmasi ham uzatib turiladi.

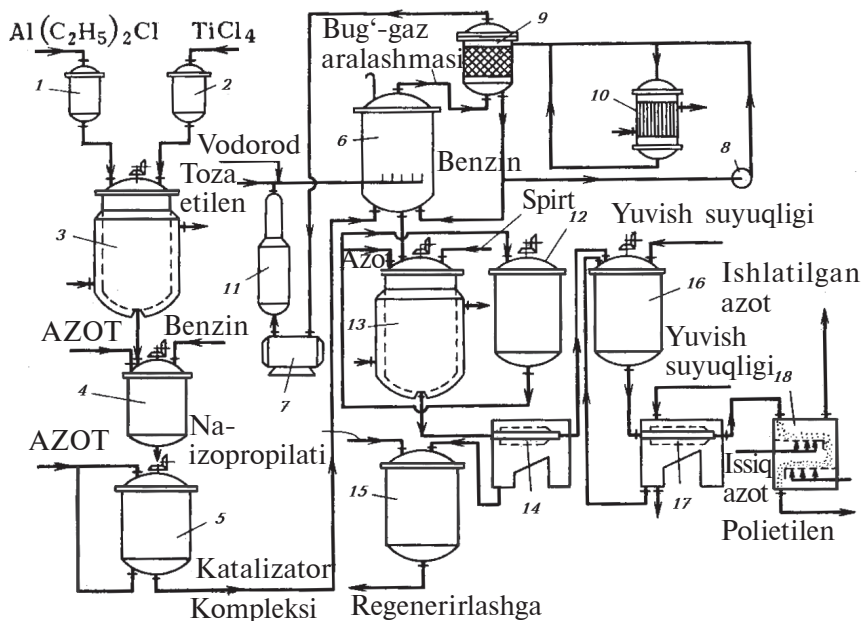
Polimerlanishdan ajralib chiqayotgan issiqlik 345 kJ/kg ni tashkil etadi. Reaktor devorlari polietilenning yopishib qolishi natijasida issiqlikni yomon o'tkazadi. Shu sababli reaksiyada ajralib chiqayotgan issiqlik gaz puflagich (7) yordamida aylanib turgan etilen-benzinning bug'-gaz aralashmasi orqali hamda nasos (8) yordamida aylanib turgan benzin orqali olib chiqib ketiladi. Qizigan bug'-gaz aralashmasi, skrubber (9)ga uzatiladi va u yerda sovuq benzin bilan sovutiladi hamda polimerlanish apparati (6)dan olib chiqib ketilgan polimer zarrachalaridan tozalanadi.

Skrubberdan benzin nasos yordamida sovitgich (10) orqali yana skrubber va polimerlanish apparatiga qaytariladi. Sovitilgan etilen esa skrubberdan gaz ajratgich (11) orqali polimerlanish apparatiga qaytariladi. Toza etilenning miqdori polimerlanish apparatidagi bosim yordamida muvofiqlashtirib turiladi.

Polietilenning benzindagi suspenziyasi apparat (13) ga uzatiladi va u yerda katalizator qoldiqlarini parchalash maqsadida izopropil spirti bilan ishlanadi. Katalizator komponentlari alkogolyat (ROMet) ko'rinishida eritmaga o'tadi va erituvchi bilan sentrifugaga uzatiladi. Uzluksiz ishlovchi sentrifuga (14) da polimer suyuqliklardan ajratib olinadi. Spirt-benzin aralashmasidan iborat suyuqlik esa sentrifugadan apparat (15) ga uzatiladi va u yerda izopropilat natriyning 20% li eritmasi yordamida neytrallanib regeneratsiyaga beriladi.

Polietilen pastasi sentrifugadan yuvish idishi (16) ga uzatiladi va u yerda yuviladi. Polimer oxirgi marotaba sentrifuga (17) da regenirlangan erituvchi yoki suv yordamida kul

miqdori 0,05% qolguncha yuviladi va quritishga uzatiladi. Quritish uzluksiz ishlovchi quritgich (18)da qaynash qatlamida issiq azot yordamida, polimer tarkibida 0,1% dan kam namlik qolguncha amalga oshiriladi. Quritilgan polimer granulanadi va qoplarga solinadi (9-rasm).



9-rasm. Suyuq fazada past bosimli polietilen ishlab chiqarish jarayoni sxemasi: 1 – dietilalumiynxloridni og‘irlik bo‘yicha me‘yorlovchi; 2 – titan tetraxloridini og‘irlik bo‘yicha me‘yorlovchi; 3 – katalizator kompleksini aralashtirgich; 4 – kompleksni suyuqlantirish idishi; 5 – oraliq idish; 6 – polimerlash apparati; 7 – gazpuflagich; 8 – markazdan qochma nasos; 9 – skrubber; 10 – quvurqobiqli muzlatgich; 11 – gaz ajratuvchi apparat; 12 – suspenziya yig‘uvchi idish; 13 – katalizatorni parchalash apparati; 14, 17 – sentrifugalar; 15 – polimerlanishdan chiqqan erituvchini neytrallash; 16 – yuvish idishi; 18 – qaynash qatlamli quritgich

**Skleartech** texnologiyasi bo'yicha turli markali polietilen olishda polimerlanish jarayoni reaktorlarda siklogeksan erituvchisi muhitida 17 MPa bosimda, 300°C haroratda va Sigler-Natta kompleks katalizatorlari ishtirokida amalga oshiriladi (10-rasm). Ushbu texnologiyaning o'ziga xosligi shundaki, texnologiya bo'yicha sintez qilingan polietilen har xil zichlikka va strukturaga ega bo'ladi. Ushbu texnologiya bo'yicha chiziqsimon past zichlikli (LLDPE), chiziqsimon o'rta zichlikli (MDPE) va chiziqsimon yuqori zichlikli (HDPE) polietilen turlarini ishlab chiqarish mumkin. Polimerlanish reaksiyasi juda katta tezlikda borishi sababli, reaktorlarning hajmi uncha katta bo'lishi shart emas, chunki monomerning reaktorda polimerga aylanishi uchun bir necha soniya yetarlidir (texnologik jarayon aniq bir rejimda ishlaganida bir daqiqada 270–290 kg polimer ishlab chiqariladi). Ushbu texnologiya bo'yicha olinayotgan polietilenning zichligini berilayotgan somonomer buten-1 miqdorini o'zgartirish yordamida, molekular massasi va molekula massaviy taqsimotini polimerlanish reaktorlariga uzatilayotgan vodorodni berilish joylari va miqdorini o'zgartirish orqali rostlanadi.

Asosiy erituvchi siklogeksan tozalanganidan so'ng, qaytma somonomer buten-1 bilan aralashtirilib, maxsus nasos orqali sovituvchi absorberga uzatiladi. Sovituvchi absorberda toza etilen va buten-1 aralashmasi qaytma erituvchida eritilib, asosiy erituvchida erigan buten-1 bilan aralashtiriladi va bu eritma reaktor uchun xomashyo eritmasi hisoblanadi.

Skleartech texnologik jarayonida ketma-ket joylashgan uch xil polimerlash reaktorlaridan foydalaniladi:

1. Reaktor 1 – aralashtirgichli avtoklav.
2. Reaktor 2 – quvursimon adiabatik reaktor.



3. Reaktor 3 quvursimon reaktorga o'xshash bo'lib, quvursimon rektordan ancha qisqa bo'ladi va Trimmer reaktori deb ataladi.

Uchta rektordan turli kombinatsiyalarda foydalanish orqali turli molekula-massaviy taqsimotga, strukturaga va xossalarga ega polietilen ishlab chiqariladi. Buning uchun reaktorlarni uch xil rejimda ishlatiladi.

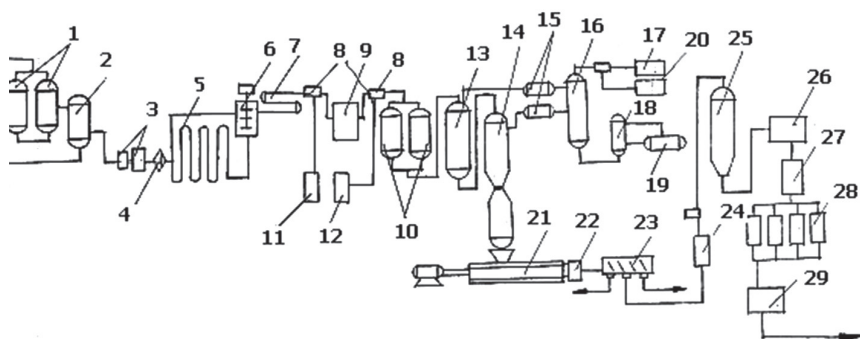
Reaktor 1 rejimi bo'yicha asosiy polimerlanish jarayoni avtoklav reaktorida amalga oshiriladi. Avtoklav reaktori aralashtirgichi kurakchalar bilan jihozlangan bo'lib, xom-ashyoning asosiy qismi reaktorning tag tomonidan purkab beriladi. Lekin 50% ga yaqin xomashyo reaktor aralashtirgichi 4-kurakchasi balandligida purkab berilishi mumkin. Katalizator reaktorni tag tomonidan purkab beriladi. Ushbu rejimda reaktor 1 (6) dan oldin turgan reaktor 3 (5) oddiy quvur vazifasini bajaradi. Chunki quvurli rektordan xomashyo katalizatorsiz o'tadi. Xomashyoni me'yorlab, reaktorning turli joylaridan berilishi orqali rektordagi harorat nazorat qilinib, reaktorning tepa va pastki qismidagi farq 5–40°C bo'lishiga erishiladi. Reaktor 1 da polimerlanish 200–300°C haroratda, 13,4–16,9 MPa bosimda amalga oshiriladi. Olinayotgan polietilenning molekular massasi harorat va berilayotgan vodorod miqdori orqali rostlab turiladi. Polimer zichligi esa buten-1 miqdorini o'zgartirish orqali rostlanadi.

Monomer va somomerning polimerlanishi uzluksiz ravishda, siklogeksan eritmasida, aralashtirgichli rektorda metall kompleks katalizatorlari ishtirokida ketadi. Qoldiq monomer, faol katalizator ishtirokida trimmerda qo'shimcha polimerlanadi va undan so'ng reaksiya massasi faolsizlantiriladi (katalizator faolsizlantiriladi). Bu rejimda olingan polietilen tor

molekula-massaviy taqsimotga ega bo'lib, uning «kuchlanish ko'rsatkichi» 1,15–1,37 atrofida bo'ladi.

3+1 reaktori tizimi rejimi o'z ichiga quvursimon (5) va aralashtirgichli reaktorlarni (6) qamrab oladi. Bu rejimda «xomashyo»ning bir qismi quvursimon reaktorda polimerga aylansa, ikkinchi qismi to'g'ridan to'g'ri birinchi reaktorning o'rta qismiga beriladi. Katalizator purkash yo'li bilan quvursimon reaktorga hamda reaktor 1 ga beriladi va u yerda xomashyo bilan aralashadi. Ikkala reaktorda hosil bo'lgan polimer aralashtirgichli reaktorda bir xil aralashma hosil qiladi.

Polietilenning molekula massasi reaktorlardagi harorat, vodorod va xomashyo miqdorini ikkala reaktorga berish



10-rasm. Skleartech texnologiyasi bo'yicha chiziqli polietilen ishlab chiqarishning texnologik jarayoni sxemasi: 1, 2 – adsorberlar; 3 – nasos; 4 – o'lchagich; 5 – reaktor 3; 6 – reaktor 1; 7 – Trimmer reaktori; 8 – aralashtirgich; 9 – isitgich; 10 – adsorber; 11 – PG saqlagich; 12 – PD saqlagich; 13 – IPS separatori; 14 – LPS separatori; 15 – kondensator; 16 – LB kolonna; 17 – FE kolonna; 18 – HB kolonna; 19 – RB kolonna; 20 – SM kolonna; 21 – ekstruder; 22 – granulator; 23 – klassifikator; 24 – isitib beruvchi; 25 – bug'latish kolonnasi; 26 – quritgich; 27 – aralashtirgich; 28 – bunker; 29 – qadoqlash.

nisbatini nazorat qilish orqali rostlab turiladi. Molekula-massaviy taqsimoti esa katalizator tarkibi va uni quvursimon reaktorga kiritish harorati hamda etilenni polietilenga shu reaktorda aylanish darajasini nazorat qilish orqali rostlanadi. Ushbu rejim bo'yicha «kuchlanish ko'rsatkichi» 1,4–1,6 bo'lgan, o'rtacha molekula-massaviy taqsimotga ega bo'lgan polimer olinadi. Ikkala reaktorga ham xomashyo va katalizator alohida-alohida berilganidan, ular bir-biriga bog'lanmagan holda ishlaydi. Reaktor 1 dan chiqayotgan aralashma trimmerga uzatiladi va bu yerda polimerlanish davom ettirilib, etilenning polietilenga aylanish darajasi ko'payadi.

Reaktor 3–1 (uchdan birgacha) rejimi bo'yicha asosiy jarayon uchinchi (5) quvurli reaktorda olib boriladi. Bu rejimda ikkala reaktor (5 va 6) quvursimon avtoklav ko'rinishida ishlaydi va avtoklav (1) arlashtirgichi ishlatilmaydi. Xomashyo va katalizator 3 reaktorga (5) beriladi. Odatda quvurli reaktorga (5) berilayotgan xomashyoning harorati 120°C dan pastga tushib ketmasligi kerak. Reaktor (3) dan polimer eritmasi reaktor (1) ga o'tadi va u yerda polimerlanish davom etadi. Reaktor 1 ga kirayotgan aralashmaning harorati 200°C, chiqayotgan aralashmaning harorati esa 300°C ni tashkil etadi. Odatda quvurli reaktorda 60% etilen polietilenga aylanadi va monomerning polimerga aylanish darajasi reaktor 1 da hamda trimmerda ortadi. Ushbu rejimda sintez qilingan polietilen keng molekula-massaviy taqsimotga ega bo'lib, uning «kuchlanish ko'rsatkichi» 1,652 ni tashkil qiladi.

Yuqorida keltirilgan barcha rejimlarda polimerlanish tugaganidan so'ng, katalizator tezlikda faolsizlantirilishi kerak, chunki yuqori haroratda polimerlanishning davom etishi ko'pgina qo'shimcha va yordamchi reaksiyalarning ketishiga va

polimer struktura hamda xossalariining o'zgarib ketishiga olib keladi. Faolsizlantiruvchilar sifatida ikki xil modda ishlatiladi: birinchi faolsizlantirgich sifatida ishlatiladigan pelargon kislotasi (PG-nonan kislotasi):  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$  polimer eritmaga aralashtirgich (8) dan qo'shiladi. Pelargon kislotasi katalizator bilan kuchsiz sovun ligandini hosil qiladi. Ligandning hosil bo'lishi qoldiq katalizatorni isitgich (9) devorida cho'kma hosil qilishining oldini oladi. Ushbu isitgichda polimer eritmasi  $285-300^\circ\text{C}$  gacha isitiladi. PG ning suyuqlanish harorati anchagina past bo'lganligi tufayli faolsizlantiruvchi modda normal ish sharoitida yuqori qovushqoqlikka ega bo'ladi. Shuning uchun PG berilganidan so'ng, isitgichda isitilib, normal oqim ta'minlanadi. So'ngra keyingi aralashtirgichga (8) o'tkaziladi. Bu yerda unga ikkinchi faolsizlantiruvchi modda asetilaseton (PD)  $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{CH}_3$  qo'shiladi. Ikkinchi faolsizlantiruvchi modda asetilaseton katalizator qoldig'i bilan xelat modda hosil qiladi va eritma adsorberi (10) da katalizator qoldiqlarining adsorbsiyalanishiga yordam beradi.

Katalizator faolsizlantirilganidan so'ng, uni polimer eritmasidan ajratib olish kerak. Polimer eritmasi adsorberlari (10) faollashtirilgan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bilan to'ldirilgan bo'lib, faolsizlantirilgan katalizatorlarni oddiy filtrlash va fizik-kimyoviy adsorbsiyalash hisobiga ajratiladi.

Katalizator qoldiqlaridan tozalangan  $285-310^\circ\text{C}$  harorat va yuqori bosim ostidagi aralashmadan polimerni ajratib olish uchun ajratuvchi separatorlarga uzatiladi. Bu separatorlar ikki xil bo'lib, birinchisi o'rta bosimli IPS (13), ikkinchisi past bosimli LPS (14) separatorlari deyiladi. O'rta bosimli separatorda polietilen reaksiyaga kirishmagan etilen va buten-1

dan ajratiladi. Bu separatorda bosim 9–11 MPa dan 3 MPa gacha pasayadi (polimer markasiga qarab).

O'rta bosimli separatoridan chiqayotgan mahsulot 50% atrofida polietilen saqlaydi. Past bosimli separator (14) ikkiga bo'lingan idishdan iborat bo'lib, yuqori qismi 1-bosqich va past qismi 2-bosqich separatori hisoblanadi. Ikkala bosqich o'rtasiga filtr o'rnatilgan.

Past bosimli separatorda polietilen siklogeksandan ajratiladi. Separator tagidan chiqayotgan polietilenda siklogeksan miqdori 2% dan oshmasligi kerak. Past bosimli separatorda harorat 200°C ni, bosim birinchi bosqichda 0,5 MPa, ikkinchi bosqichda 0,07 MPa ni tashkil etadi. Ajralib chiqqan barcha yengil uchuvchi moddalar distillatsiya kolonnalariga (16, 17, 18, 19, 20) uzatilib, u yerda tozalangach yana siklga qaytariladi.

Past bosimli separator tagidan polietilen ekstruder (21) ga tushadi va u yerda zichlantirilib, granulator (22) ga uzatiladi. Turli xil qattiq holdagi qo'shimchalar (antiadgeziv va boshq.) asosiy ekstruderga qo'shimcha ekstruder yordamida uzatiladi. Antioksidantlar, barqarorlovchi moddalar, sirg'anishni oshiruvchi moddalar polimerga suyuq holatida qo'shiladi. Granulatorida bir xil kattalikka ega granulalar olinib, suv yordamida klassifikator (23) ga uzatiladi. Klassifikatorida polietilen granulalari qoldiq siklogeksandan tozalanadi. Buning uchun (25) bug'latgichdan chiqayotgan bug' granula yo'nalishiga teskari qilib beriladi va polietilen tarkibidagi siklogeksan miqdorini 2% dan 0,05% gacha kamaytiriladi. Yuqori zichlikka ega bo'lgan polietilenni tozalash uchun bug' harorati 108°C gacha, past zichlikka ega polietilen uchun esa 102–103°C dan oshmasligi lozim. Tozalangan polietilen granulalari quritgich (26) da quritilib, havo yordamida aralashtiruvchi aralashtirgich

(27) ga uzatiladi. Bu yerda havo o'zi bilan yengil uchuvchi moddalar, polietilenning  $3 \times 3$  mm dan kichik bo'lgan granula va bo'lakchalarini olib chiqib ketadi. Aralashtiruvchida olingan bir xil o'lchamli granulalar bunkerlarga (28) va u yerdan qadoqlashga uzatiladi.

Hozigi paytda dunyo bo'yicha va shu jumladan O'zbekistonda katta quvvatli sanoat korxonalarini ishga tushirish orqali poliolefinlar ishlab chiqarish hajmini oshirish ko'zda tutilmoqda. Polietilen past haroratda ( $110-130^{\circ}\text{C}$ ) yumshaydigan termoplastik polimer bo'lib, xona sharoitida bironta ham erituvchida erimaydi. Aromatik va xlorlangan uglevodorodlarda  $70^{\circ}\text{C}$  dan yuqorida bo'kadi va eriydi. Polietilen konsentrlangan kislota va ishqorlar, tuzlarning suvdagi eritmalari ta'siriga ham chidamli. Atmosfera ta'siriga hamda issiqlikda oksidlanishga chidamliligini oshirish maqsadida polimer tarkibiga turli xil stabilizator-antioksidantlar qo'shiladi.

Polietilen radiotexnikada va televizor qismlarini olishda elektroizolatsiya materiali sifatida, korroziyaga chidamli qoplamalar, turli maqsadlarda ishlatiluvchi plyonkalar, idishlar olishda, qog'oz, yog'och, matolarni shimdirish va h.k.da ishlatiladi. Mexanik va fizik-kimyoviy xususiyatlarining yaxshiligi, qayta ishlashning osonligi hamda arzonligi dunyo bo'yicha ishlab chiqarilayotgan sintetik polimerlar orasida polietilenning birinchi o'ringa chiqib olishiga sabab bo'ldi. Hozirgi kunda polietilen yuqori, past, o'rta bosmda hamda Skleartech texnologiyalari bo'yicha ishlab chiqarilib, polimer materiallar tayyorlashda qo'llanilmoqda (11-rasm).

**Etilenning hosil bo'lish usullari.** Etilen uglerod va vodoroddan atmosfera bosimida va juda yuqori haroratda ( $2000^{\circ}\text{C}$ ) hosil bo'ladi. Bundan tashqari, etilen ko'p yoki oz miqdorda



*II-rasm.* Polimer materiallarni tayyorlash: lentasimon plyonkalar olish.

to‘yingan, to‘yinmagan uglevodorodlar va boshqa organik birikmalarni yuqori haroratda parchalashda metan, etan, propilen bilan birga hosil bo‘ladi. Etilenga boy manbalardan biri neftni va neft sanoatining ayrim mahsulotlarini yuqori haroratda qayta ishlashda ajralib chiqadigan gazlardir. Masalan, neftni gaz fazasida krekingslashda, ya’ni neft bug‘larini suv bug‘lari bilan birga  $550\text{--}600^{\circ}\text{C}$  haroratda kontakt massa (temir oksidi)dan o‘tkazishda tarkibida 27% gacha etilen saqllovchi gazsimon uglevodorodlar hosil bo‘ladi. Tabiiy gazni pirolizlashda ham ko‘p miqdorli etilen hosil bo‘ladi. Etilenning hosil bo‘lish unumiga reaksiyani olib borish jarayoni ham ta’sir qiladi. Pirolizni  $880^{\circ}\text{C}$  da olib borish natijasida hosil bo‘lgan gazlar aralashmasida 30% etilen bo‘ladi.

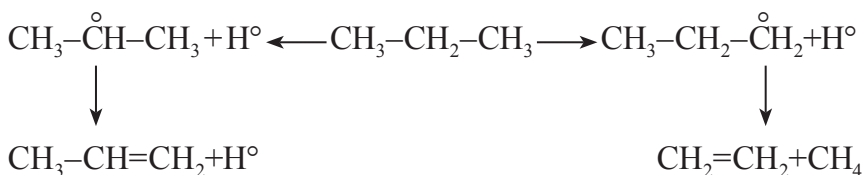
Etilenni to'g'ridan to'g'ri metandan ham olish mumkin. Buning uchun juda yuqori harorat (1000°C va undan yuqori) kerak bo'ladi. Bunday sharoitda etilendan tashqari, ko'p miqdorda asetilen va etan hosil bo'ladi. Agar reaksiya harorati yuqoriroq bo'lsa, mahsulot tarkibida etilenga nisbatan asetilen miqdori ko'proq bo'ladi. Etilenni etandan yoki tabiiy gazni etan saqllovchi fraksiyasidan havo kislorodi bilan suv bug'i ishtirokida 600–650°C haroratda selektiv (saylanma) oksidlab olish mumkin. Jarayonda katalizator sifatida temir oksidi (70%) va xrom oksidi (70%) aralashmasi (qorishmasi) ishlatiladi. Yuqori unum bilan etilen etandan, propandan yoki ular aralashmasidan termik kreking usulida olinadi. Jarayonda dastlabki uglevodorodlarni inert gazlar bilan aralashtirilib, shunday miqdordagi havo berib turiladiki, bir qism xomashyoni yoqish natijasida ajralib chiqqan issiqlik kreking jarayoni borishiga xizmat qilsin:



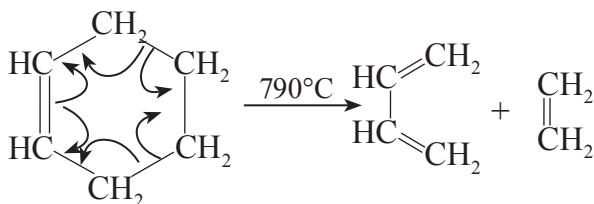
Uglevodorodlarning yuqori haroratdagi pirolizi radikal reaksiyalardir. Bunga sabab uglerod–vodorod bog'ining mustahkamligi uglerod–uglerod bog'ining mustahkamligidan yuqoriligidir. Piroliz jarayonida uglerod–uglerod bog'larning uzilishi hisobiga hosil bo'lgan radikallar yoki uglevodorod molekulasidan vodorodni tortib oladi va barqaror birikmaga o'tadi, yoki olefin va boshqa radikalga parchalanadi. Ikkala holda ham zanjirli reaksiya boradi. Yuqori haroratdagi pirolizda yuqori radikallar metil, etil radikallariga parchalanadi. Uglevodorodning molekula og'irligi qancha katta bo'lsa, uning



bo‘laklanishi natijasida hosil bo‘lgan parchalar soni shuncha ko‘p bo‘ladi. Masalan,



Siklogeksanning bo‘laklanishi parchalanishning boshqa turi bo‘lib, u kamaytirilgan bosimda 790°C haroratda boradi va etilen va butadiyen hosil bo‘ladi:



Bu holda parchalanishning yengil ketishiga sabab: molekula tarkibida qo‘shbog‘ mavjudligidir. Olefin molekulasida ayrim



12-rasm. Turli polimerlardan tayyorlangan buyumlar.

bog'larning mustahkamligi boshqa bog'larnikiga nisbatan harorat ta'siriga sezilarliroq bo'ladi.

Polietilendan (yuqori bosimda olinadigan) plyonkalar, shlanglar, idishlar, (o'rta va past bosimda olinadigan) quvurlar, apparat qismlari, suv osti kabellari va simlar, elektrizolatsiya qoplamalari, metallarni korroziyadan himoya qiluvchi penoplastlar, xo'jalik va uy-ro'zg'or buyumlari tayyorlanadi (12-rasm).

## **2.2. PLASTMASSA BUYUMLAR OLISHDA ISHLATILADIGAN POLIMERLAR**

O'zbekistonda polimerlar kimyosi texnologiyasi 1958-yildan boshlab rivojlana boshladi. 1958-yili paxta sellulozasi texnologiyasi ilmiy tekshirish instituti, Toshkent politexnika institutida «Plastmassalar texnologiyasi» kafedrası va polimer muammolari laboratoriyalari tashkil etildi. 1960-yildan Farg'ona gidroliz zavodida furan smolalari ishlab chiqarila boshlandi va furan birikmalari laboratoriyasi tashkil etildi. Hozirgi vaqtda shu korxonada mochevina-formaldegid smolalari, poliuretanlar olish uchun turli xil poliefirpoliollar ham ishlab chiqarilayapti. Chirchiq «Elektroxim» kombinatida chiqarilayotgan kaprolaktamdan polikaprolaktam (poliamid-6) olish maqsadida Farg'ona sintetik tolalar zavodi ishga tushirildi. Shu zavodda diasetat-selluloza tolalari ham ishlab chiqariladi. «Navoiyazot»da epoksid smolalari, poliakrilonitril va uning asosida kimyoviy tola ishlab chiqariladi. «Farg'onaazot»da diasetatselluloza, Namangan kimyo zavodida karboksimetil-selluloza olish yo'lga qo'yilgan.

O'zbekistonning ko'p korxonalari, asosan, polimerlarni qayta ishlash bilan shug'ullanadi. Bunday korxonalarning eng

kattalari «Sovplastital», Angrendagi «O‘zbekrezinotexnika», Jizzax plastmassani qayta ishlash, Qarshi plastmassalarni qayta ishlash, Samarqand polimer trubalari va plastmassalardan eshikrom ishlab chiqarish zavodilari, Andijondagi plastmassalardan avtomobil detallari ishlab chiqarish va lok-bo‘yoq korxonalari, Toshkent va Farg‘onadagi sintetik teri ishlab chiqarish korxonalari, Ohangaron va Sergelidagi plastmassalardan qurilish materiallari ishlab chiqarish korxonalari, Toshkent lok-bo‘yoq ishlab chiqarish korxonasi kabilar hisoblanadi. Undan tashqari, O‘zbekistonda biron-bir katta korxona yo‘qki unda plastmassalarni olish yoki qayta ishlash sexi bo‘lmasa. Bu sexlarda shu korxonalarning o‘ziga kerakli plastmassa mahsulotlari ishlab chiqariladi.

2001-yildan boshlab Sho‘rtangazkimyo majmuasi ishga tushirilib yiliga 125 ming tonna chiziqli polietilen, Farg‘ona, Toshkent shaharlarida qurilgan 3 ta selluloza ishlab chiqaruvchi korxonalarda esa 2000-yildan 30 ming tonnadan ortiq selluloza ishlab chiqarila boshlandi.

O‘zbekistonda kimyo sanoatini rivojlantirishning 2010-yilgacha ko‘zda tutilgan rejasida Qoraqalpog‘iston Respublikasida ishlab chiqarish unumdorligi bo‘yicha Sho‘rtangazkimyo majmuasidan ham kattaroq polimerlar ishlab chiqarish majmuasi qurilishi mo‘ljallangan. Yangidan yangi polimerlar ishlab chiqarish korxonalarining ishga tushirilishi respublikamizda polimerlarni qayta ishlash bo‘yicha ham bir necha zamonaviy korxonalarni ishga tushirishga olib keldi. Bularga turli rangdagi masterbatch tipidagi plastmassalarni ishlab chiqarish, polipropilenning sopolimerlaridan, gaz va suvlar uchun quvurlar ishlab chiqarish, polivinilxloriddan quvurlar va turli profillar ishlab chiqarish korxonalarini misol qilib keltirish mumkin.

Aytilganlardan shu narsa ayon bo'lib turibdiki, o'zida polimer saqlovchi moddalar va polimerlarni ishlab chiqarish ularni tayyor mahsulotlarga aylantirish O'zbekistonda kundan kunga rivojlanayapti va bundan keyin shu rivojlanish davom etadi.

Yuqori molekulali birikmalar (YMB) bir necha usul bilan hosil qilinishi mumkin. Buning uchun dastlabki mahsulot sifatida quyi molekulali tabiiy va sintetik birikmalardan foydalaniladi. Dastlabki mahsulot monomerlar deb ataladi.

YMB monomerlardan, asosan, polimerlanish va polikondensatlanish reaksiyalari orqali olinadi. Agar polimer hosil qilish uchun bir xil monomer ishlatilsa, u holda reaksiya gomopolimerlanish va gomopolikondensatlanish reaksiyasi deyiladi. Ikki yoki undan ortiq monomerlardan polimerning hosil bo'lishi sopolimerlanish va sopolikondensatlanish reaksiyalari yordamida amalga oshiriladi.

Tabiiy va sintetik polimerlarni kimyoviy usullarda modifikatsiyalash yoki polimer-analogik o'zgarishlar reaksiyalari asosida ham yangi polimerlar sintez qilish mumkin (13-rasm).

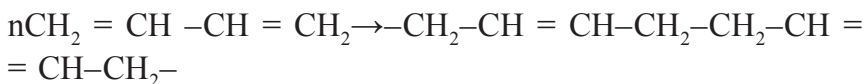
Bir necha quyi molekulali moddalarning o'zaro kovalent bog' bilan bog'lanib (birikib) yuqori molekulali birikma hosil qilish reaksiyasi *polimerlanish* deb ataladi.



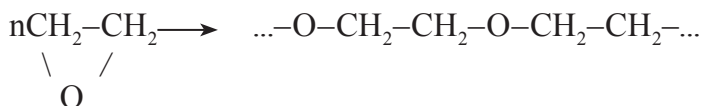
*13-rasm.* Tabiiy va sintetik polimerlarni kimyoviy usullarda modifikatsiyalash asosida olingan buyumlar.



Polimerlanish reaksiyasiga o'z tarkibida ikki va undan ko'p qo'shbog'li poliyenlar, asetilen va uning hosilalari ham kiradi. Agar tarkibida 2 ta qo'shbog'li monomer reaksiyaga kirs, hosil bo'lgan polimer o'z tarkibida qo'shbog'lar saqlaydi. Masalan, butadiyen polimerlanib polibutadiyen hosil bo'lish reaksiyasini ko'raylik:



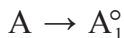
To'yingan moddalar ichida tarang, beqaror siklik tuzilishga ega bo'lgan ba'zi birikmalargina polimerlanishi mumkin. Etilen oksididan polietilenoksid, kaprolaktamdan polikaprolaktam olinishi bunga misol bo'la oladi:



Polimerlanish reaksiyasi tezligiga qarab zanjirli va bosqichli bo'ladi. Bosqichli polimerlanishda monomer molekulalarining o'zaro birikishi kichik tezlikda davom etadi. Bunday reaksiyani istalgan vaqtda to'xtatish va hosil bo'lgan dimer, trimer, tetramer va shu kabi birikmalarni sof holda ajratib olish mumkin.

Polimerlarning ko'pchiligi zanjirli polimerlanish reaksiyasi yordamida olinadi. Bunday reaksiya bilan olingan polimerlar molekulalarining o'lchami uzun bo'lib, ularning Mm si bir necha yuz ming, hatto, millionlarga teng bo'ladi. Har qanday zanjirli reaksiya singari polimerlanish jarayoni ham uch qismdan – elementar reaksiyadan aktiv markazning paydo bo'lishi, zanjirning o'sishi va uzilishidan iborat.

1. Aktiv markazning paydo bo'lishi katta energiya talab qiladi va kichik tezlikda boradi. Tashqaridan berilgan energiya yordamida aktivlantirilgan monomerning bir qismi birikish, ya'ni o'sish qobiliyatiga ega bo'lib qoladi:



Zanjirli polimerlanishda aktiv radikallar yoki ionlar (musbat va manfiy zaryadlangan zarrachalar) aktiv markaz sifatida hosil bo'ladi.

Shuning uchun ham aktiv markazning kelib chiqishi tabiatiga qarab reaksiyalar radikal va ionli polimerlanish reaksiyalariga bo'linadi.

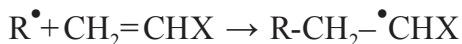
2. Polimer zanjirining o'sishi kichik aktivlash energiyasi talab qiladi va juda katta tezlik bilan boradi:



bu yerda:  $A_1$  – monomer molekulasi;  $A_1^\bullet$  – monomerning aktiv markazi;  $A_2$ ,  $A_3$  – o'sayotgan radikallar;  $A_{n-1}^\bullet$ ,  $A_n^\bullet$  – o'sayotgan makroradikallar.

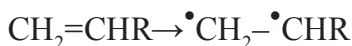
3. Makroradikal zanjirining uzilishi katta aktivlash energiyasi talab qilmaydi va nisbatan katta tezlikda boradi.

Radikal polimerlanishda aktiv markaz erkin radikallar ta'sirida vujudga keladi:



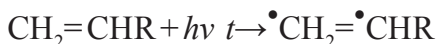
Polimerlanish reaksiyasi harorat ta'sirida olib borilganda aktiv markazning paydo bo'lishi qo'shboq' uzilishi hisobiga

sodir boʻladi. Bunday polimerlanish termik polimerlanish deb ataladi:



Biroq termik polimerlanish juda sust boradi. Koʻpgina monomerlar (vinilasetat, vinilidenxlorid, akrilonitril) faqat harorat taʼsirida umuman polimerlanmaydi. Stirol, metilmetakrilat qizdirilganda polimerlanadi.

Yorugʻlik nuri taʼsirida polimerlanish *fotokimyoviy polimerlanish* deb ataladi. Bunda monomer molekulasiga kvant nur energiyasi yutilishi natijasida erkin radikal hosil boʻladi:



$h\nu$  nurning bir kvant energiyasi boʻlib, u Plank doimiysi ( $h$ ) ning toʻlqin tebranish tezligi ( $\nu$ ) ga koʻpaytmasiga teng.

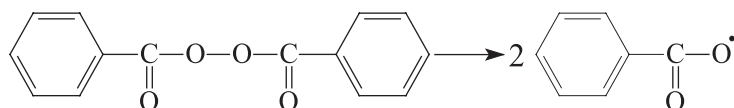
Tarkibida galoid atomi boʻlgan monomerlarning ushbu usul bilan aktiv markaz hosil qilishi oson. Masalan, issiqlik taʼsirida mutlaqo polimerlanmaydigan vinilxlorid ultrabinafsha nur taʼsirida  $-35^\circ\text{C}$  da ham polivinilxlorid hosil qiladi. Koʻpincha fotopolimerlanish tezligini oshirish maqsadida tizimga nur taʼsirida oson parchalanib, radikal hosil qiluvchi sensibilizatorlar qoʻshiladi.

Monomer molekulalarini  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -nurlar, rentgen nurlari, tezashtirilgan elektronlar va boshqa yuqori energiyali zarra-chalar yordami bilan ham radikalga aylantirib polimerlash mumkin. Bunday polimerlash *radiatsion polimerlanish* deyiladi.

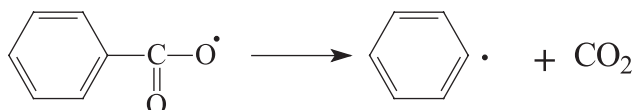
Harorat va nurlar taʼsirida polimerlanish jarayonlarlaridan *initsiatorli polimerlanish* oʻzining osonligi va kam energiya talab qilishi bilan ajralib turadi. Shu sababli deyarli barcha

monomerlarni polimerlashda reaksiya maxsus initsiatorlar ishtirokida olib boriladi. Initsiatorlarning ahamiyati ularning osonlik bilan parchalanib, erkin radikal hosil qilishidir. Reaksiyani boshlab bergan initsiator zarrachalari polimer molekularining tarkibida kimyoviy bogʻ bilan ulanib qoladi. Initsiatorlarga misol qilib benzoil peroksid, vodorod peroksid, azo-bis-izobutironitril va natriy, kaliy, ammoniy persulfatlarni koʻrsatish mumkin. Polimerlanish jarayonini boshlab yuborish uchun reaksiya muhitiga monomer ogʻirligining 0,1–1 % miqdorida initsiator qoʻshish kifoya.

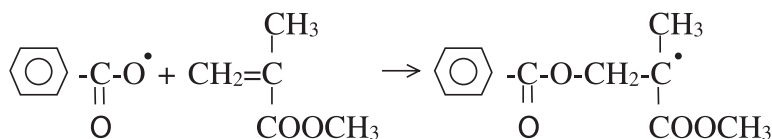
Masalan, benzoil peroksidi  $60^{\circ}\text{C}$  va undan yuqori haroratda qizdirilganda ikkita benzoat guruhli erkin radikal hosil qiladi:



Benzoat radikallar parchalanishi davom etib, fenil guruhli erkin radikallar hosil qilishi mumkin:

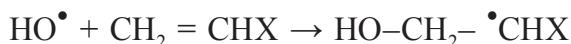
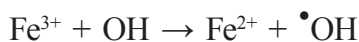
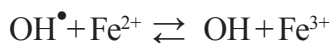
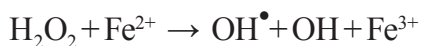


Har ikkala radikal monomer molekulari bilan birikib, polimerlanishning aktiv markazlarini hosil qila oladi. Ular taʼsirida metilmetakrilat molekulari quyidagicha aktiv markaz hosil qiladi:

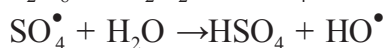




Ba'zi polimerlanish reaksiyalarini past haroratlarda olib borishning muhim ahamiyati bor, chunki harorat qanchalik past bo'lsa, polimer sifatini pasaytiruvchi qo'shimcha reaksiyalar shunchalik kam sodir bo'ladi. Bu maqsadda oksidlovchi-qaytaruvchi initsiatorlardan foydalaniladi, chunki ularning aktivlashtirish energiyasi kichik bo'lib, 40–60 kJ/mol ga tengdir. Oksidlovchi sifatida vodorod peroksid va persulfatlar olinsa, qaytaruvchi sifatida ikki valentli temir tuzlari va tiosulfatlar ishlatiladi. Tizimda reaksiyani boshlab beruvchi agent sifatida hosil bo'ladigan erkin radikal – gidroksil guruhning ahamiyati muhimdir:



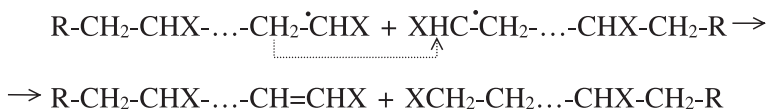
yoki



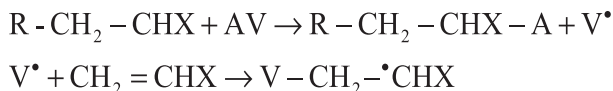
Demak, aktiv markaz hosil qilishning turli-tuman usullari bor ekan. Polimerlanish jarayonida o'sayotgan erkin radikal yo'qolsa zanjir uziladi, ya'ni polimerlanish to'xtaydi. Masalan, o'sayotgan ikki polimer zanjiri o'zining erkin radikallari bilan uchrashib, o'sishdan to'xtashi mumkin (rekombinatsiya):



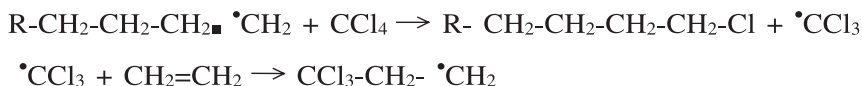
O'sayotgan makroradikallarning biridan ikkinchisiga bir vodorod atomining o'tishi va bir makroradikalda qo'shbog' hosil bo'lishi bilan ham zanjir uzilishi mumkin (disproporsiya):



Zanjirning o'sishdan to'xtashi aktiv markaz yoki o'sayotgan makroradikallarni reaksiya muhitidagi ikkilamchi birikmalar bilan to'qnashib, o'sish markazini behuda uzib yuborishi natijasida ham sodir bo'lishi mumkin. Masalan, muhitda to'yingan modda molekulasi AV bo'lsin. Agar polimer radikal yetarli energiyaga ega bo'lsa-yu, AV bilan to'qnashsa, uni parchalab yuborishi mumkin. Natijada makroradikal to'yingan moddaning bir qismini o'ziga birlashtirib so'nadi. To'yingan moddaning qolgan qismi esa radikal holiga o'tadi. U yana monomerga ta'sir qilib, uning o'sish markaziga aylanadi:



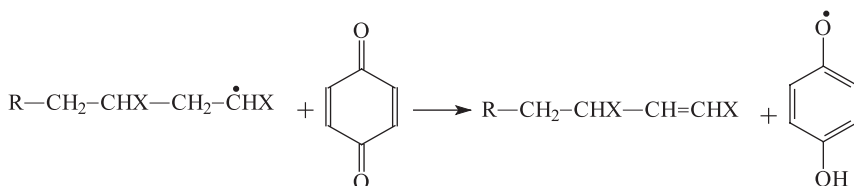
Natijada polimerning o'sayotgan molekulasi bir necha zanjirga bo'linadi va uning molekular massasi ( $M_m$ ) kamayadi. Harorat ko'tarilgan sari kuchayadigan bu jarayon tez-tez uchraydi. Misol tariqasida, etilenning tetraxlorometan ishtirokida polimerlanishini keltirish mumkin:



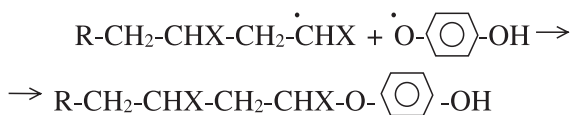
Demak, bu jarayondan foydalanib, etilen bilan tetraxlorometanning o'zaro miqdoriy nisbatlarini o'zgartirish bilan polimerning  $M_m$  ni oshirish yoki kamaytirish mumkin. Bunday moddalar odatda regulatorlar (rostlagichlar) deb ataladi.

Agarda muhitdagi to'yingan AV molekuladan hosil bo'lgan erkin radikal V qaytadan o'sish markazini hosil qila olmasa, buning natijasida polimerlanish reaksiyasi sekinlashadi yoki ma'lum vaqtgacha butunlay to'xtab qoladi.

Polimerlanish reaksiyasini butunlay to'xtatuvchi moddalar ingibitorlar deb ataladi. Ingibitorlarga gidroxinon misol bo'la oladi. U o'sib borayotgan polimer zanjiridan yoki hosil bo'lgan monomerning radikalidan vodorodni tortib olib, semixinonga aylanadi, zanjirda esa qo'shbog' hosil bo'ladi:



Hosil bo'lgan semixinon guruhi yana bir makroradikal yoki aktiv markaz bilan birikib, ularni ham o'sishdan to'xtatadi, ya'ni zanjir uziladi:



Ingibitorlar sifatida ko'p atomli fenollar – gidroxinon, pirokatexin, aromatik aminlar, nitrobirikmalar ishlatiladi.

Monomerlarni saqlashda, uzoq joylarga jo'natishda ingibitorlar qo'llaniladi. Monomerlarning o'z-o'zidan polimerlanishining oldini olish uchun 0,5–1,5 % ingibitor qo'shish kifoya.

Radikal polimerlanishning borishi haroratga bog'liq. Haroratning ko'tarilishi muhitda aktiv markazlarni ko'paytiradi va binobarin, ular harorat ta'sirida serharakat bo'lib qolganlaridan polimerning o'sish tezligi ortadi. Harorat ta'siridan o'sa-

yotgan zanjirlarning bir-biri bilan yoki aktiv markaz bilan to'qnashish tezligi, ya'ni makroradikalning uzilish tezligi ham ortadi. Demak, bir tomondan polimerlanish tezligi ortsa, ikkinchi tomondan, zanjirning uzilish tezligi oshib, molekular massaning qisqarishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun ham polimerlanish jarayoni yuqori haroratda o'tkazilganda aktiv markazlar ko'payib polimerning  $M_n$  si kamayadi. Reaksiya muhitida aktiv markazlar qancha ko'p bo'lsa, makromolekulaning o'lchami shuncha qisqa bo'ladi, aksincha aktiv markazlar qancha kam bo'lsa, makromolekulalarning soni shuncha kam bo'ladi va ular uzatilishiga ancha imkoniyat yaratiladi.

*Issiqlikka chidamlilik* deganda, polimer materiallarning yuk ta'sirida o'zining mexanik puxtaligini yo'qotadigan eng yuqori harorat tushuniladi. Bunda ularning strukturasi hech qanday kimyoviy o'zgarish ro'y bermaydi.

Polimer materiallarning qanday harorat chegarasida ishlay olish xususiyatini aniqlash ularning issiqlik-fizik xossalari ichida muhim o'rin tutadi. Polimer materiallarning haroratga bog'liq xossalari katta amaliy ahamiyatga ega bo'lgani uchun ularni aniqlash yo'llari mukammal o'rganilgan va buning uchun zamonaviy asboblardan mavjud.

Polimer materiallarning issiqlikka chidamliligi, material turiga qarab, har xil usullar bilan aniqlanadi. Masalan, Martens usuli bilan reaktoplastlarning qattiqligi va issiqlikka chidamliligi, eguvchi kuch orqali esa issiqlikka chidamliligi aniqlanadi. Bu ko'rsatkich Vika usuli bilan konstruksion termoplastlarga botiruvchi kuch ta'sirida aniqlanadi.

### 2.3. BUYUM OLISH USULLARINING SINFLANISHI

Ichki yuzada qoliplash usuli bilan buyum olishning bir qancha yo'llari mavjud: shtamplash, vakuumda qoliplash, bosim ostida qoliplash, matritsa va puanson usullarida qoliplash.

Ma'lumki, termoplast polimerlarning issiqlik ta'sirida uch holatda bo'lishi termomexanik egri chiziq orqali aniqlanadi.

Agar polimer materialning  $T_f$  va  $T_g$  farqi katta bo'lsa (yuqori elastiklik xususiyati keng haroratni tashkil qilsa), u holda shu materialdan buyum olish osonlashadi va aksincha.

Bu usullarda buyumlar olishda material avval yuqori elastik holatga kelguncha maxsus qizdirgichlarda isitiladi, keyin qolipga quyilib, vakuum yoki bosim ostida zarur shaklga keltiriladi. Chunki bu holatda cho'zilish deformatsiyasi katta bo'lib, cho'zish uchun ko'p kuch talab qilinmaydi.

*Vakuum ostida, qattiq puanson, matritsa* hamda boshqa usullarda, asosan, list termoplastlardan buyum yasaladi.

Asosiy texnologik rejimlarga quyidagilar kiradi: qolip harorati, zagotovkani isitish vaqti, shakllash vaqti hamda bosimlar farqi ( $P_1$  va  $P_2$ ), sovitish harorati va vaqti.

Bu jarayonda buyum sovitilganda o'z shaklini (qolip shaklini) saqlab qoladi. Shunday qilib, termoplastlarning isiganda va sovigandagi holatiga qarab ulardan buyum olishda foydalaniladi.

Ma'lumki, polimerlarning yuqori elastik holati molekularlar qayishqoqligi bilan tushuntiriladi.

Yuqori elastik holatdagi polimer buyumlar sovitilganda ularda ichki kuchlanish bo'lmaydi. Qoliplash harorati qancha past bo'lsa, qoliplash tezligi shuncha jadal bo'ladi va sovitish jarayoni qancha tez o'tsa, bu ko'rsatkich ham yuqori bo'ladi va aksincha.

To'xtagan ichki kuchlanish buyumni  $T_g$  haroratgacha qizdirganda qolipning shaklini o'zgartirishi mumkin. Bu jarayon fizik-mexanik nuqtayi nazardan «Termoqayishqoqlik oqibati» deyiladi.

Termovakuum qoliplash jarayonini shunday texnologik sharoitda olib borish kerakki, iloji boricha bu effekt kam bo'lishi kerak. Shunda ichki kuchlanish minimumni tashkil etadi va buyumni ekspluatatsiya qilish harorat intervali ko'payadi.

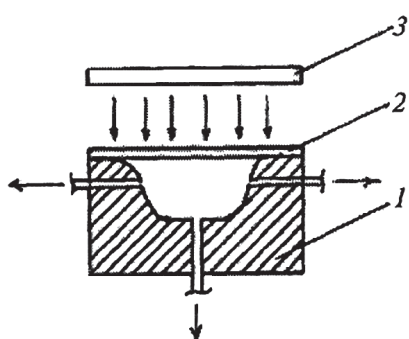
Ayrim paytlarda yuqorida aytib o'tilgan effekt ataylab kuchaytiriladi. Masalan, issiqlikdan qisqaradigan plyonkalar olishda, mufta va fittinglar ishlab chiqarishda.

*Termovakuum qoliplash* usuli bilan buyum olish uchun list shaklidagi termoplastdan zagotovka tayyorlanadi. Zagotovka yuqori elastik holatgacha qizdiriladi. Buning uchun maxsus isituvchi moslamalar qo'llaniladi. Qizdirilgan zagotovka maxsus vintlar yordamida qolip yuzasiga (vakuum yoki bosim ostida) tortiladi. Qolipda shakl-buyum hosil bo'lgandan so'ng sovutiladi (bosim yoki vakuum ta'sirida), buyum tortib olinadi. Buyum olish jarayoni bosqichlari 14-rasmda keltirilgan.

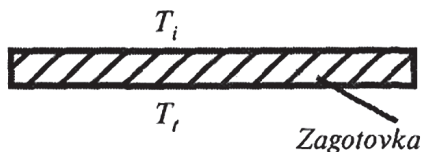
Bu usul bilan buyum olish uchun ko'proq quyidagi polimer materiallar qo'llaniladi: ABS, UPS, PVX, PP, PE-YuZ va boshqalar.

*Shtamplash* – isitilmagan termoplastlardan mexanik kuch ta'siri ostida buyum hosil qilish texnologiyasi. Bu usul hamma termoplastlar uchun ham to'g'ri kelavermaydi. Masalan, mo'rt plastiklardan bu usul bilan buyum olish ancha qiyin. Yumshoq plastiklardan esa, aksincha, buyum olish oson kechadi.

List holatidagi zagotovkani qizdirish muhim ahamiyatga ega. Bu jarayon, odatda, maxsus isitish shkaflarida, infraqizil nurlar, zagotovka yoki yuqori chastotali elektr toklar yordamida



▲14-rasm. Press-qolip sxemasi:  
1 – qolip; 2 – to‘r; 3 – press.



▲15-rasm. Haroratlar farqi.

amalg oshiriladi. U yoki bu usulni qo‘llash termoplastning xossasiga va tuzilishiga ham bog‘liq. Amalda amorf polimerlar qizdirilayotganda material ostki sathining harorati ishlov berish haroratidan yuqori bo‘lishi kerak (15-rasm).

Kristall polimerni qizdirish harorati esa polimerning yumshash haroratidan yuqori bo‘lishi shart. Shuni ham aytish lozimki, ichki yuza bilan tashqi yuza o‘rtasida harorat (ya‘ni list qalinligining ikki tomonidagi harorat) katta farq qilsa, salbiy oqibatlarga olib kelishi mumkin:

$$\Delta T = T - T_v$$

Bu farq katta bo‘lsa, termik destruksiya yuz beradi. Shu sababli qalin zagotovkalarni ikki yoqlama qizdirish tavsiya qilinadi.

Hamma hollarda quyidagi shart bajarilishi kerak:

$$\Delta T \leq T_d - T_{sh} ,$$

bu yerda:  $T_d$  – destruksiyalash harorati;  $T_{sh}$  – shishalanish harorati.

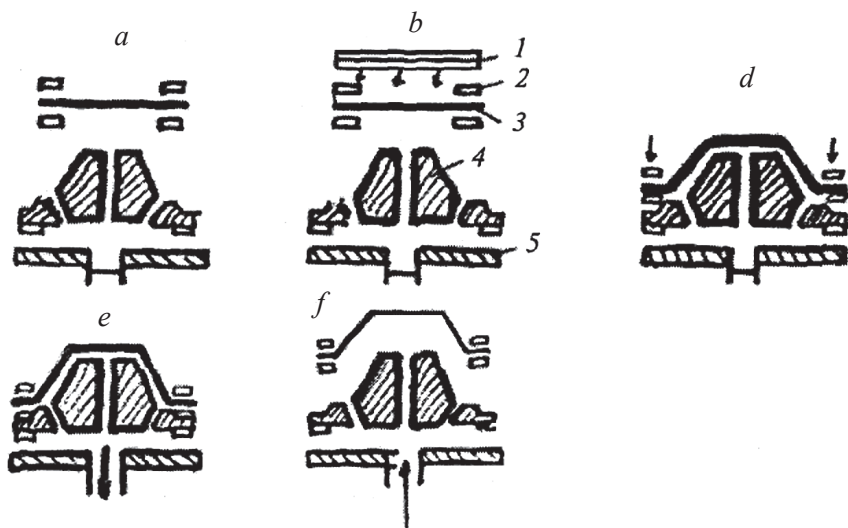
Buyum hosil qilish harorati, odatda, tajriba orqali aniqlanadi. Chunki bu texnologik parametr polimer xossasiga,

list qalinligiga, buyum o'lchami va konfiguratsiyasiga, uning kirishishiga bog'liq.

Bu harorat to'g'ri aniqlansa, olingan buyumning fizik-mexanik xususiyati yaxshi bo'ladi.

Buyum siqilgan havo yoki vakuum orqali listni tortish yo'li bilan shakllanadi (16-rasm).

Deformatsiyalanish tezligi shunday tanlanishi kerakki, makromolekula parchalanishsiz yangi holatga o'tishi kerak. Agar deformatsiya tezligi maksimumga olib borilsa, aniq bir haroratda makromolekulalar oriyentatsiyasi sodir bo'ladi. Tortish tezligi, odatda siqilgan havo sarfi bilan tartibga solinadi.



16-rasm. Termoplast listlardan buyum shakllash operatsiyalari: *a* – listni mahkamlash; *b* – isitish; *d* – oldindan cho'zish; *e* – vakuum hosil qilish; *f* – buyumni chiqarib olish; 1 – isitish moslamasi; 2 – mahkamlash ramasi; 3 – list holatidagi zagotovka; 4 – qolip; 5 – taglik.



Shakllanish jarayoni choʻzish koeffitsiyenti ( $K_{choʻz}$ ) orqali baholanadi va quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$K_{choʻz} = \sqrt{\frac{\delta_{\ell}}{\delta_b - 1}},$$

bu yerda:  $\delta_{\ell}$ ,  $\delta_b$  – list holatidagi zagotovkaning qalinligi va buyum devori qalinligi.

$K_{choʻz}$  xuddi deformatsiya tezligi singari makromolekulaning oriyentatsiyalanishiga va buyumning mustahkamligiga taʼsir qiladi.

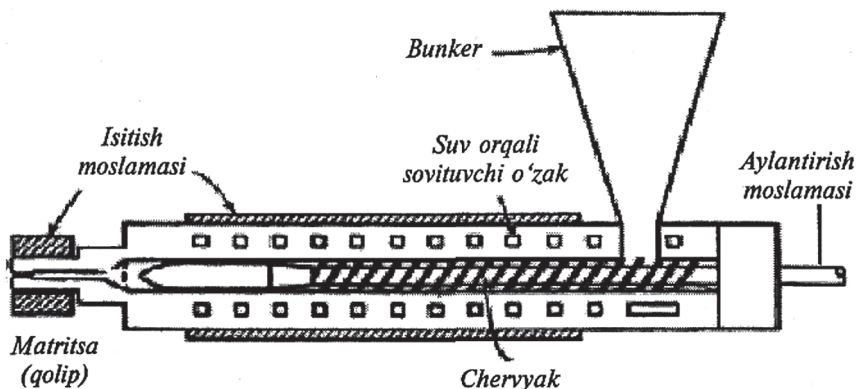
Buyumni sovitish bir yoki ikki tomonlama boʻlishi mumkin. Bu shakllash usuli va buyum konstruksiyasiga bogʻliq. Siqib havo yuborish orqali buyum sovitiladi.

Sovitish sekin-asta amalga oshirilishi kerak, aks holda buyum qiyshayishi mumkin. Sovitish jarayonida maʼlum darajada buyum kirishadi va bu jarayon polimer molekulasining oriyentatsiyalanish darajasiga bogʻliq.

Termoplastik polimerlarni har xil profilga ega boʻlgan teshiklar orqali uzluksiz siqib chiqarish va uni sovitish *ekstruziyalash* deb ataladi. Bu usul bilan quvurlar, pardalar, list, plyonka, shlanglar, kabel simlarining ustini qoplash uchun polimerlar va uzunasiga oʻlchanadigan turli xil buyumlar olinadi.

Ekstruziya jarayoni ekstruder deb ataluvchi mashinalarda amalga oshiriladi (17-rasm). Ekstruderlar har xil: bir chervyakli, ikki chervyakli, diskli va kombinirlangan boʻladi.

Ekstruder, asosan, quyidagi qismlardan iborat: stanina, unda isitiladigan silindr joylashtiriladi; silindr, uning ichki qismida bitta yoki ikkita chervyak oʻrnatiladi, chervyaklar elektr dvigatelga ulangan; silindrda isitish va sovitish tizimi mavjud.



17-rasm. Ekstruder sxemasi.

Shakl berish uchun maxsus qolipdan foydalaniladi. Masalan, quvur olish uchun mundshtuk va dorndan iborat profil beradigan qo'shimcha uskuna yasaladi.

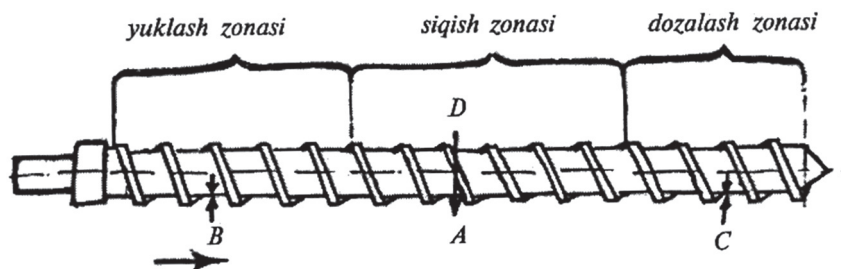
Ekstruziyalash uchun material granula holatida mashina bunker orqali isitiladigan silindrga tushadi. U yerdan oquvchan holatga o'tgan issiq material aylanib turuvchi shnek vositasida oldinga surilib, mashinaning bosh qismiga o'rnatilgan qolip orqali siqib chiqariladi.

Demak, ekstruderning vazifasi polimerning silindr bo'ylab siljishi, uning yumshashi va gomogenlashishga o'tishini ta'minlash, undan tashqari silindr ichida gidrostatik bosim paydo qilishdan iborat.

Bosim polimer oqishi va uning kallak orqali shaklga aylanishi uchun xizmat qiladi.

Isitiladigan silindr, chervyak singari, shartli ravishda uch zonaga bo'linadi (18-rasm).

1-zona – granulaning silindrga tushishi hamda uning oldinga siljishi va zichlashish zonasi.



18-rasm. Chervyakning zonalarga bo'linishi.

2-zona – siqish zonasi, bu zonada polimer sekin-asta issiqlik ta'sirida yumshaydi va plastiklanadi. Jarayon berilayotgan issiqlik va materialning ichki ishqalanishi natijasida hosil bo'ladigan issiqlik tufayli amalga oshadi.

Polimerlar suyuqlanganda hajmi kamayadi, shu tufayli bu zonada chervyak kanalining chuqurligi kamayib borishi rejalashtirilgan.

Oxirgi 3-zona me'yorlash zonasi deb ataladi. Bunda butun chervyakning vint kanali bo'ylab suyuqlangan polimer bo'ladi va bu suyuqlanma qolipga siqib chiqarib beriladi.

1-zona uzunligi, odatda, silindrga granula tushayotgan joydan boshlab, to granulaning suyuqlangan qatlami silindr devorida yoki shnekda hosil bo'lgunicha uzunlikni qamrab oladi.

2-zona suyuqlanish zonasi bo'lib, suyuqlanish boshlangandan granula to'liq suyuqlangan holatga kelguncha bo'lgan shnek masofasini qamrab oladi.

3-zona granula to'liq suyuqlangan, harorat bir tekis taqsimlangan va suyuq polimer bir xil xossaga ega bo'lishi ta'minlangan zonadir; bunda suyuqlanma siqib chiqarishga tayyor bo'ladi.

Chervyakning vint kanalida (3-zona) to'rt oqimni kuzatish mumkin:

1. To'g'ri, majburiy oqim, bu kallak tomon yo'nalgan bo'ladi.

2. Teskari oqim – to'g'ri oqimning kamayishi; bunga sabab kallakning va silindr devorining qarshiligidir.

3. Sirkulatsion oqim – vintli kanal o'qiga perpendikular ravishda yo'nalgan oqim.

4. «Utechka» oqimi – chervyak va silindrning ichki sathidan hosil bo'lgan oraliqda sodir bo'ladi va u granula tushayotgan bunker tomon yo'nalgan bo'ladi.

Ekstruderning unumdorligi to'g'ri va teskari oqimdan kelib chiqadi. Sirkulatsion oqim, odatda, ekstruder unumdorligiga deyarli ta'sir etmaydi. «Utechka» oqimi qiymati juda kam bo'lgani uchun u hisobga olinmaydi.

Chervyak zonalarining uzunligi va ularning bir-biriga nisbati qayta ishlanayotgan polimer xossasiga hamda uning tuzilishiga bog'liq.

## **2.4. PLASTMASSALARDAN BUYUM OLISH**

Amorf termoplastlar qayta ishlanayotganda (ular keng diapazonli haroratda suyuqlanadi) chervyakning siqish zonasi uzunroq bo'lishi kerak. Kristall polimer uchun aksincha, siqish zonasi qisqaroq bo'ladi (odatda, zona uzunligi silindrning diametriga teng bo'ladi).

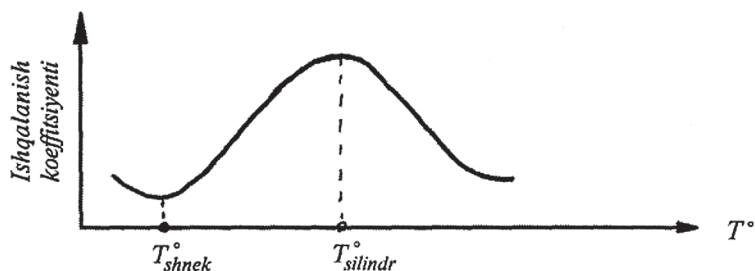
Termik turg'un bo'lmagan termoplastlarni (PVX) qayta ishlashda jarayon siqish zonasiz olib boriladi. Buning uchun maxsus chervyaklar qo'llaniladi, ularda kanal chuqurligi kamayib boradi. Natijada PVXning parchalanishi keskin kamaytiriladi. Yana shuni e'tiborga olish kerakki, siqish zonasida issiqlik ajralib chiqadi.

Silindr ichida materialning oqishiga ishqalanish koeffitsiyenti katta ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun chervyak yuzasi bilan material orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti silindr yuzasi bilan material orasidagi ishqalanish koeffitsiyentidan kam bo'lishi kerak. Agarda bunga rioya qilinmasa, suyuqlangan polimer chervyak bilan aylanib ketadi va oldinga siljish bo'lmaydi. Chervyakka bo'lgan ishqalanish koeffitsiyentini kamaytirish uchun chervyak ichidan (o'qi orqali) sovuq suv yuboriladi (19-rasm).

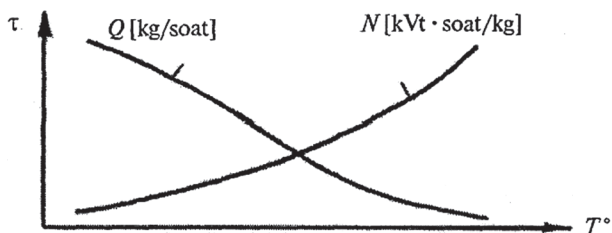
Masalan, polietilendan buyum olish jarayonida bu farq 30–40°C ni tashkil etadi. Lekin shnekning harorati past bo'lsa, granulaning suyuqlanishi qiyinlashadi (qovushqoqligi oshadi), gomogen massa hosil bo'lishi qiyinlashadi. Natijada mashinaning ish unumdorligi pasayadi ( $Q$ ) va nisbiy quvvati ( $N$ ) ortadi. Buni 20-rasmdan ko'rish mumkin.

Suyuqlanmani silindr ichida aralashtirish jarayonida mexanik energiyaning bir qismi issiqlik energiyasiga aylanadi. Issiqlik ajralishi chervyakning aylanish soni oshishi bilan oshib boradi. Ajralayotgan issiqlik qiymati ortgan sari ayrim paytlarda tashqaridan isitishga hojat bo'lmaydi.

Ekstruderning ishlashiga granulaning shakli va o'lchami katta ta'sir ko'rsatadi. Agar granula katta o'lchamga ega bo'lsa,



19-rasm. Ishqalanish koeffitsiyentini kamaytirish diagrammasi.



20-rasm. Shneklardan chiqishda suv haroratining pasayib borishi.

suyuqlanma ichida havo qolishi mumkin. Bu olingan buyumda pufak hosil bo'lishiga olib keladi.

Xuddi shunga o'xshash buyum sifatiga suyuqlanmaga ta'sir qilayotgan kuchlanish va deformatsiya tezligi ham ta'sir ko'rsatadi. Agar kuchlanish ortib ketsa (me'yordan yuqori), buyum sirtida notekislik, qalinlashish va sifatiga salbiy ta'sir qiluvchi boshqa ko'rsatkichlar paydo bo'ladi.

Odatda silindr harorati shnek haroratidan yuqori bo'ladi. Shu sababli dastlab suyuqlanayotgan polimer plyonkasi silindr devorida paydo bo'ladi. Suyuqlangan materialning harakati silindr yuzasida va granulaning shnek atrofida siljishi tufayli yuzaga keladi. Granulaning suyuqlanishi tufayli uning hajmi kamayadi, shuning uchun suyuqlanish zonasida shnekning chuqurligi kamayib boradi, buning hisobiga asta-sekin siqish va zichlanish sodir bo'ladi. Suyuqlanish qancha tez tamom bo'lsa, suyuqlanma shuncha aralashadi va u bir tekis bo'ladi.

Me'yorlash zonasida suyuqlanma harakati qovushqoq-oquvchanlik tarzida bo'ladi. Bunda shnekning aylanishi, silindr devoriga yopishgan polimerning ta'siri katta.

Ekstruziya texnologik jarayonlari aniq texnologik jarayonga qarab hisoblanadi. Masalan, kristallanish va buyum ma'lum kristall darajasiga ega bo'lishi uchun suyuqlanmani sovitish

tezligi va nostatsionar issiqlik o'tkazuvchanligiga qarab ekstrudatni chiqarish tezligi va ekstruderning ishlab chiqarish hajmi aniqlanadi.

Amorf polimerlardan buyum olishda ekstruziya tezligi oriyentatsiya darajasiga qarab aniqlanadi. Unda ekstrudentda notekislik hosil bo'lishini e'tiborga olish zarur.

Statsionar holatda quyidagi tenglikka rioya qilish zarur:

$$Q_{yu} = Q_{oq} = Q_{me'yor}$$

bu yerda:  $Q_{yu}$  – yuklash;  $Q_{oq}$  – oquvchanlik;  $Q_{me'yor}$  – me'yorlash.

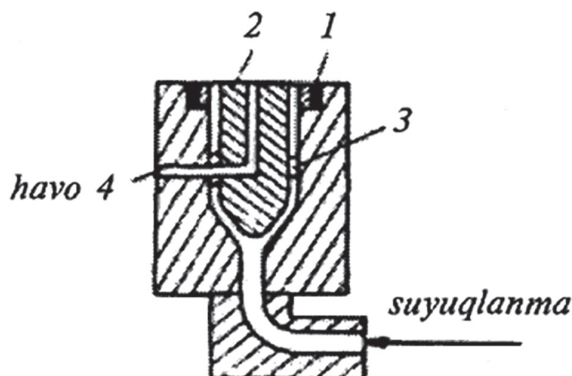
Bundan tashqari, suyuqlanmaning ma'lum shaklga aylanishida va shakldan chiqayotganda sodir bo'ladigan jarayonlar hisobga olinishi kerak (makromolekulalar darajasining siljish tezligiga bog'liqligi suyuqlanmaning tortish kuchi va tezligi, suyuqlanma oqimining elastikligini tiklash va boshq.).

Yuqorida aytilganidek, termoplastik polimerlarni oquvchan holatga o'tkazib, har xil profilga ega bo'lgan teshiklar orqali uzluksiz siqib chiqarish ekstruziyalash deb ataladi.

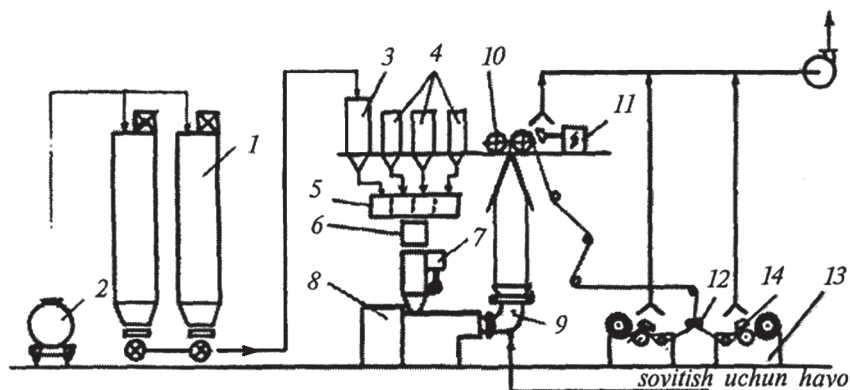
Ekstruziyalash usuli plyonka, list, quvur, har xil kesimga va konfiguratsiyaga ega bo'lgan profil va to'r olishda keng qo'llaniladigan usullar qatoriga kiradi.

Ekstruderning bosh qismiga o'rnatilgan mundshtuk (21-rasm) orqali suyuqlik siqib chiqariladi.

Kallak oqib chiqayotgan termoplastga ma'lum tashqi shakl berish uchun xizmat qiladi. Kallakdan chiqayotgan shakl berilgan buyum, plyonka «yeng» ko'rinishida salqin havo berib yoki boshqa usullar bilan sovitilib qotadi. Plyonka olishda siqib chiqarish operatsiyasi bilan puflash operatsiyasi birgalikda olib boriladi. Bu usul ekstruziya yo'li bilan plyonka olish deb ataladi (22-rasm).



21-rasm. Burchakli halqasimon kallak sxemasi: 1 – kallakni rostlash moslamasi; 2 – dorn; 3 – dornni ushlab turgich; 4 – yengni puflash uchun havo kanali.



22-rasm. Polietilen plyonka ishlab chiqarishning texnologik sxemasi: 1 – xomashyo saqllovchi moslamalar; 2 – sisterna yoki polietilen keltiriladigan vagon; 3 – oraliq saqlash idishlari; 4 – har xil qo‘shimchalar uchun oraliq idishlar; 5 – qo‘shimchalarni o‘lchash uchun moslamalar; 6 – metall zarrachalarni ushlab qoluvchi moslama; 7 – polietilenni kuzatish asbobi; 8 – ekstruder; 9 – kallak (mundshtuk); 10 – plyonkani tortish uchun moslama; 11 – plyonka yuzasini aktivlovchi moslama; 12 – plyonkani qirquvchi moslama; 13 – plyonkani o‘rash uskunasi; 14 – statik elektr zaryadlarning oldini olish moslamasi.



Bunda siqib chiqarilayotgan polietilen suyuqlanma ichiga bosim ostida havo yuboriladi. Havo bosimi tufayli ekstruder bosh qismidan chiqib kelayotgan «yeng» kengayib, ma'lum qalinlik va kenglikdagi plyonkaga aylanadi. Bu jarayon uzluksiz davom etib, olingan plyonka maxsus uskunalar orqali tortib barabanlarga o'raladi. Jarayon quyidagi operatsiyalardan iborat:

1. Xomashyoni tayyorlash va quritish.
2. Oquvchan holatga o'tkazish va undan bir jinsli suyuqlanma hosil qilish (gomogenlash).
3. «Yeng»ni olish (shakllash).
4. Plyonkani oriyentatsiyalash va sovitish.
5. Plyonkani baraban orqali o'rash.
6. Plyonkaning sifatini aniqlash.

22-rasmdan ko'rinib turibdiki, quritilgan polimer granulasi pnevmotransport orqali ekstruder bunkeriga uzatiladi. Granula bunkerdan ekstruder silindriga tushadi. Aylanayotgan shnek granulani oldinga qarab 2- va 3-zonalarga suradi. Natijada granula oquvchan holatga o'tadi va kallakni to'ldiradi. Kallakda suyuqlanma dorn tufayli perimetr bo'yicha tarqaladi va tirqishdan chiqishda silindr shakliga ega bo'ladi (qopcha yoki «yeng» shaklida). Suyuqlanmaga turg'un shakl berish uchun uni tashqi tomondan havo yordamida sovitiladi. «Yeng» xiralasha boshlagan paytda qotish momenti, ya'ni kristallanish chegarasi belgilanadi (agar kristallanuvchi polimer bo'lsa, unda kristalizatsiya jarayoni sodir bo'ladi). Ekstruder «yeng» uzunasiga maxsus valiklar yordamida tortiladi va shu bilan bir qatorda «yeng» ichidagi havo yordamida puflanadi. «Yeng» ichiga havo vaqti-vaqti bilan berib turiladi. Chunki havo diffuziya va sizib chiqish tufayli «yeng» ichida kamayishi mumkin.

Keyin plyonka barabanga o'raladi yoki ikki tomondan qir-qiladi. Qirqilgan «yeng»ning chetlari qayta ishlanadi va granula holiga keltirilib, ishlatilayotgan toza granulaga qo'shiladi.

Plyonka ishlab chiqarishda uzun shnekli ekstruderlar qo'llaniladi. Bunday ekstruderni qo'llashdan maqsad, suyuqlanmada pulsatsiya (tepib turish)ni yo'qotishdir. Qo'llaniladigan ekstruderlarning ko'rsatkichi:  $L/D=20-25$ ;  $D=20-90$  mm. Tortib olingan plyonkaning qalinligi 10 dan 300 mkm gacha bo'lishi mumkin. Qalinligi uchun yo'l qo'yilgan o'zgaruvchanlik  $\pm 10\%$ .

Qolipdan oldin quyilgan suyuqlanmani filtrlash to'ring ishlash xususiyati bosimning o'zgarishi bilan aniqlanadi. Agar to'ring qarshiligi ortsa (ifloslanishi tufayli), u almashtiriladi.

Umuman aytganda, ekstruderning ishlash xususiyati ish unumdorligi talab qilinadigan quvvatga nisbati bilan aniqlanadi.

Hozirgi zamon ekstruderlarida shunday jihozlar o'rnatilganki, ular zonalar bo'ylab haroratni nazorat qilish va avtomatik ravishda uni boshqarish; suyuqlanma bosimini to'rgacha va undan keyin nazorat qilish; ekstruder va plyonkaning qalinligini nazorat qilish; shnekning aylanish chastotasini nazorat qilish; avtomatik ravishda havoni «yeng» ichiga uzatish va boshqalarni amalga oshiradi.

Bir xil qalinlikdagi plyonka olishda siqilgan havoni bir tekis va o'zgarmas bosim ostida yo'naltirish muhim ahamiyatga ega. Plyonkaning qalinligi va kengligi «yeng» ichiga havoni ko'p yoki oz puflash orqali boshqarib turiladi. Tajribalar shuni ko'rsatdiki, «yeng»ga puflash darajasi 250–300% dan oshmasligi yoki boshqacha qilib aytganda, puflangan «yeng»ning diametri halqasimon tirqish diametridan 2,5–3 marta ko'p bo'lishi lozim ekan.



*23-rasm. Iste'mol uchun ishlab chiqarilayotgan turli polimer kompozitsion tovarlar.*

Shu shartga rioya qilinganda puflangan plyonka qalinligi mashinaning bosh qismidagi halqasimon tirqishdan chiqayotgan parda qalinligidan taxminan 9–10 marta kichik bo'ladi. Turli polimerlar va polimer kompozitsion materiallardan olinadigan mahsulotlar ham xilma-xildir (23-rasm).

Bu usul bilan PE, PP, PS, PA va boshqalardan plyonka olish mumkin. Polietilenning yuqori qovushqoqlik ko'rsatkichi PTR ga ega bo'lgan rusumlaridan foydalaniladi. Bu ko'rsatkichga ega bolgan polietilen «yeng» turg'un bo'lib, uni kallakdan tortib olish imkoniyati yuqori bo'ladi.

## **2.5. EKOLOGIYA VA ATROF-MUHITNI MUHOFAZA QILISH**

Hozirgi fan-texnika inqilobi davrida insonning tabiiy boyliklardan foydalanish imkoniyatlari g'oyat kengaydi. Shu bilan birga sanoat ishlab chiqarishining tabiatga va atrof-muhitga xavfli, zararli ta'siri ancha ortdi.

Masalan, sayyoramizda har yili tashqi muhitga 70 mln. m<sup>3</sup> dan ortiq zaharli gaz, 50 mln. tonna metan, 13 mln. tonna neft va neft mahsulotlari chiqarilmoqda, suv havzalariga 32 m<sup>3</sup> iflos sanoat suvlari quyilmoqda, 11 mln. gektar o'rmon kesilmoqda va katta yong'inlar tufayli yonib ketmoqda.

Toshkent shahrida bir sutkada 4000 tonna qattiq chiqindi, quyidagi miqdorda havoni ifloslantiruvchi moddalar chiqarilmoqda: qattiq zarrachalar 900 t/sut., oltingugurt 300 t/sut., azot oksidi 250 t/sut., ko'mir vodorodi 200 t/sut., is gazi 150 t/sut. va boshqalar.

Plastmassalarni qayta ishlashda atrof-muhitni ifloslantiruvchi omillarga quyidagilar kiradi: harorat va mexanik kuch ta'sirida polimerlar destruksiya uchrab har xil gazlar ajralib chiqishi; polimer kompozitsiya tarkibiga kiruvchi plastifikatorlar, erituvchilar, choklanish kimyoviy reaksiyalari harorati tufayli uchuvchan moddalarning hosil bo'lishi.

Plastmassalardan buyum olishda ma'lum miqdorda qattiq chiqindilar chiqadi. Chiqindi termoplastlarni maydalab (plyonka, list, buyumlar), maxsus uskunalarda granulaga aylantirib, buyum olish uchun toza materialga qo'shib qaytadan ishlatish mumkin. Biroq, shuni aytib o'tish kerakki, termoreaktiv qattiq chiqindilarni qayta ishlash ancha murakkab bo'lib, ekologiyaga ta'siri bor.

Polietilen plyonkalarni aglomeratsiyalash orqali qayta ishlab, qaytadan foydalansa ham bo'ladi.

Polimerlardan kompozitsiya tayyorlashda ularga kukun hoida har xil to'ldiruvchilar qo'shiladi (qurum, karbonat kalsiy va boshq.). Bunday kukunlar changlanib, shu muhitda ishlayotganlarga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Shuni esda tutish kerakki, plastmassa chiqindilarni yoqish mumkin emas, chunki hosil bo'ladigan gaz zaharlidir; yerga ko'mish ham yaramaydi, chunki plastmassa chirimaydi, suvga ham tashlab bo'lmaydi, chunki ular suvdan yengil, suv ustida neft singari suzib yuradi.

Atrof-muhitni quyidagi ko'rsatkichlar bilan xarakterlash mumkin: ish joyidagi havo harorati (optimal ko'rsatkich  $20-25^{\circ}\text{C}$ ); nisbiy namlik (40–60%); havoning harakat tezligi (0,2–0,4 m/s); barometrik bosim (101,3 kPa); isitayotgan asboblardan chiqayotgan issiqlik.

Ishchining hayot faoliyati meteorologik sharoitlarga ham bog'liq. Masalan, ishchining termoregulatsiyasi (odam tanasidagi haroratning doim bir xil bo'lib turishi) ko'rsatkichi muhim o'rinni egallaydi.

Ishchining ish sharoitiga salbiy ta'sir qiluvchi asosiy ko'rsatkichlardan biri ish zonasidagi havoda zaharli gazlarning to'planishi hisoblanadi.

Bu ko'rsatkichni chegaraviy ruxsat etilgan chekli yo'l qo'yilgan konsentratsiya (CHYQK) orqali nazorat qilinadi.

Hamma zaharli moddalar xavflilik darajasiga qarab 4 sinfga bo'linadi: 1 – juda xavfli; 2 – xavfliligi yuqori; 3 – o'rtacha xavfli; 4 – kam xavfli.

Fenol bilan formaldegid boshqalariga qaraganda xavfliroq moddalar hisoblanadi.

Ish zonasida ishchining sog'lig'iga va ish unumdorligiga salbiy ta'sir qiluvchi omillarning (shovqin, tebranish va boshq.) oldini olish kerak. Bunday korxonalarga ishga qabul qilina-yotgan har bir xodim «Mehnat muhofazasi» me'yorlari bilan tanishgan, ayrim qoidalarni o'zlashtirib olgan bo'lishi kerak.

Yuqorida tilga olingan muammolar polimerlar ishlab chiqarish korxonalariga tegishlidir, chunki ish jarayonlari ko'p miqdorda chuchuk suv talab qiladi va uni tozalash ancha qimmatga tushadi. Masalan, bir tonna toza selluloza olish uchun 70–80 m<sup>3</sup> toza suv sarf qilinadi va suv ishqor bilan ifloslanadi. Zamonaviy texnologiya bunday oqava suvlarni tozalash va qayta ishlatish imkonini bermiqda. Bu o'rinda ona tabiatdan o'rnak olmoq juda o'rinlidir. Hozir biz iste'mol qilayotgan chuchuk ichimlik suv, bizdan oldin ham millionlab marta ifloslangan va yana qayta tozalangan-ku! Shunday hodisani selluloza-qog'oz sanoatida ham uchratish mumkin, darhaqiqat uni bo'yog'dan xolis qilib yana va yana qog'oz olinadi.

Kimyo sanoatida va xususan, azotli mineral o'g'itlar ishlab chiqarish korxonalarida ham xomashyolar to'la-to'kis, chiqindisiz ishlatilmoqda. Sintetik kauchuk, rezina va plastmassa ishlab chiqarish korxonalarida paydo bo'ladigan suyuq va qattiq chiqindilardan spirt, stirol va sulfat kislota olishda foydalanilmoqda.

Xulosa o'rnida shuni aytish mumkinki, ekologik muammolarning oldini olish uchun chiqindisiz ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish, chiqindilarni, ya'ni polimerlarni qayta ishlash yoki zararsizlantirish ishlab chiqarish korxonalarida tozalash moslamalaridan keng foydalanish, atmosfera havosiga chiqayotgan gaz va ularni qayta ishlash, ushlab qolish, oqava suvlarni tozalash, ularni zararsizlantirish muhim ahamiyatga ega bo'lib, olimlarimizdan bu boradagi izlanishlarida yangi yechimlarni topishni talab qiladi.

## Nazorat savollari

1. Polimerlardan olinadigan buyumlarga ishlov berish usullari.
2. Sanoatda yuqori bosimli va past bosimli polietilenlar olish qanday usullarda amalga oshiriladi?
3. Sanoatda Skleartech texnologiyasi bo'yicha turli markali polietilen olish qanday amalga oshiriladi?
4. Etilenning hosil bo'lish usullarini gapirib bering.
5. Yuqori molekulyar birikmalar (YMB)ni hosil qilish usullarini tushuntiring.
6. Polimer materiallarning issiqlikka chidamliligi qanday aniqlanadi?
7. Termovakuum qoliplash jarayoni haqida ma'lumot bering.
8. Termovakuum qoliplash usulida qo'llaniladigan polimerlarga misollar ayting.
9. Shtamplash nima?
10. Buyum hosil qilishda harorat qanday aniqlanadi?
11. Buyumni sovitish necha xil bo'ladi?
12. Ekstruderning vazifasi nima?
13. Amorf termoplastlar qayta ishlanganida chervyakning siqish zonasi qanday bo'ladi?
14. Amorf polimerlarda buyum olishda ekstrudiya tezligi qanday aniqlanadi?
15. Polietilen plyonka ishlab chiqarish texnologiyasi haqida ma'lumot bering.
16. Zaharli moddalar xavflilik darajasiga qarab necha sinfga bo'linadi?
17. Sintetik kauchuk, rezina, plastmassa ishlab chiqarish korxonalarida paydo bo'ladigan chiqindilar qanday foydalanilmoqda?

---

---

### **3-BOB.**

## **ELASTOMERLAR VA ULARNI QAYTA ISHLASH**

### **3.1. REZINA SANOATI XOMASHYOLARI**

Har xil turdagi rezina-texnika mahsulotlarini ishlab chiqarish uchun kauchuklarga ingrediyentlarni aralashtirish kerak, bu jarayon rezina qorishmalarini tayyorlash jarayoni deb ataladi. Tayyorlangan rezina qorishmalari quyidagi talablarga javob berishi kerak:

- kauchuk tarkibiga kiruvchi barcha ingrediyentlarning bir xil taqsimlanishi;
- rezina qorishmasining yaxshi texnologik xossaga ega bo'lishi;
- vulkanlangandan keyin rezinaning berilgan fizik-mexanik xossaga ega bo'lishi.

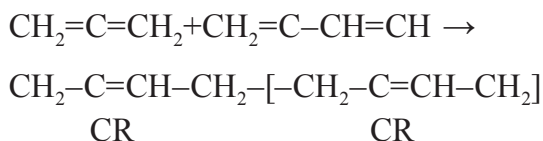
Ishlab chiqarishda rezina qorishmalari ikki xil usul bilan: ochiq usulda vals yordamida va yopiq usulda rezinalashtirgichlar yordamida tayyorlanadi. Hozirgi vaqtda rezina qorishmalarini tayyorlashning uzluksiz texnologiyasi va mashinalari ishlab chiqarilmoqda.

Kauchuklar bir necha xil tuzilishga ega bo'lgan qo'sh bog'li zanjirlarning takrorlanishidan tashkil topgan yuqori molekulali birikma hisoblanadi. Kauchuklarning xossalari va ishlatilishi, asosan, struktura tuzilishi, kimyoviy tarkibi, molekular og'irligi, molekular taqsimlanishiga va molekullararo joylashishiga bog'liq bo'ladi. Yuqori molekulali birik-

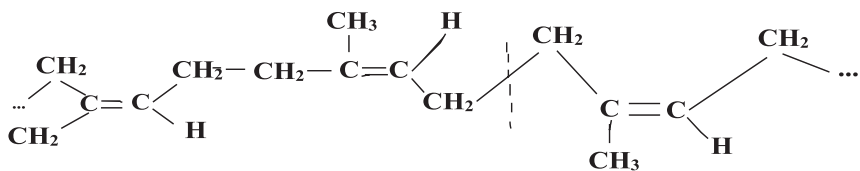


malarning olinishi va molekular tuzilishi molekularlarning ko'rsatkichlari va fizik-kimyoviy xossalari texnologik va fizik-mexanik xossalari o'rtasidagi bogliqliklar o'rganilib, har xil xossalarga ega bo'lgan kauchuklarni sintez qilib olish yo'lga qo'yilgan. Ular ishlab chiqarishda qo'llanilishiga qarab umumiy va maxsus maqsadlarda ishlatiluvchi kauchuklarga bo'linadi.

Tabiiy kauchuk izoprenning polimerlash mahsuloti ekanligi va uning tuzilishi 1924-yilda nemis kimyogari G. Shtaudinger tomonidan aniqlandi. Izoprenning polimerlanishi quyidagi mexanizmدا boradi:



Tabiiy kauchukning tuzilishi *sis* – izomerga to'g'ri keladi va uning eritmasi *lateks* deyiladi. Lateks – oq rangli, yopishqoq, uzoq turib qiyomsimon massaga aylanadigan modda, kauchukning yuqori elastikligi uning makromolekulalarining o'ziga xos tuzilishidan kelib chiqadi. *sis*-1,4-poliizopren tuzilishiga ega ekanligi aniqlangan, shunday qilib tabiiy kauchuk izopren qoldiqlaridan (zvenolaridan) tuzilgan:



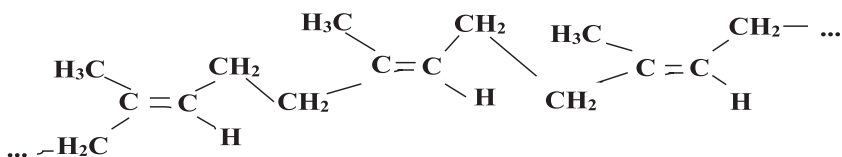
**izopren zvenosi**

Oddiy uglerod uglerod bog'lari atrofida to'yingan uglerod atomlarining erkin aylanishi natijasida zanjir turlicha forma-

larni (konformatsiyalarni) egallashi mumkin. Kauchuk molekulasidagi 1,5 holatda joylashgan qo'shbog'lar bunga sezilarli ta'sir qilmaydi.

Tabiiy kauchukning trans-tuzilishli holati ham mavjud bo'lib, *guttapercha* deyiladi. O'zining tezda qotishi (kristallinishi) bilan sis-poliizoprendan farq qiladi.

Guttapercha tabiiy kauchukning fazoviy izomeri bo'lib, *trans*-1,4-poliizopren tuzilishiga ega:



Hozirgi kunda kauchuklarni og'ir sharoitlarda qo'llash, rezina buyumlarni mexanik aralashtirish usuli bilan olish texnologiyasi ishlab chiqilgan.

**Tabiiy kauchukning fizik xossalari.** Tabiiy kauchuk 10°C harorat va undan past haroratda uzoq muddat saqlaganda kristallanadi. -25°C haroratda maksimal kristallanish jarayoni kuzatiladi. Kristallanish jarayonida kauchuk qatlamlari shaffofligini yo'qotib qattiq holatga o'tadi. Tabiiy kauchukning erish harorati 40°C. Kauchuk osmotik uglevodorodlar, xloroform va tetraxlormetanda eriydi (2-jadval).

**Texnologik xossalari.** Tabiiy kauchukning plastikligi yetarli emas, shuning uchun oldindan valslarda 40–70°C haroratda mexanik plastifikatsiya jarayoni o'tkaziladi. Kauchukning quyosh nuri va yuqori haroratga chidamliligini baholash uchun plastikligini saqlash indeksi taklif qilingan. Bu ko'rsatkich foiz nisbatida aniqlanadi: ya'ni 140°C haroratda 30 daqiqa qizdirilgan

holatda plastikligi boshlang'ich plastiklikka nisbatiga teng bo'ladi. Tabiiy kauchuk asosidagi rezina aralashmalari yuqori yopishqoqlik va yuqori koezision mustahkamlikka ega bo'ladi.

2-jadval

### Tabiiy kauchukning fizik xossalari

| Xossalari                 | Birligi           | Harorat |
|---------------------------|-------------------|---------|
| Zichligi                  | kg/m <sup>3</sup> | 913     |
| Shishalanishi             | °C                | -71±1   |
| Issiqlik o'tkazuvchanligi | Vt/ (m K)         | 0,14    |
| Yonish issiqligi          | MJ/kg             | 45,2    |
| Nisbiy issiqlik sig'imi   | ld/(kg K)         | 1,88    |

**Vulkanlash.** Tabiiy kauchuk uchun asosiy vulkanlash agenti oltingugurtdir (3 massa qismgacha). Tiuram, sulfenamid va tiazollar vulkanlanish jarayonini tezlashtirgich sifatida ishlatiladi (3, 4-jadval).

3-jadval

### Tabiiy kauchuk asosida rezina aralashmasining standart tarkibi

| Ingrediyentlar      | Ulushi            |
|---------------------|-------------------|
| Tabiiy kauchuk      | 100 massa qismida |
| Oltingugurt         | 3,0 massa qismida |
| Merkaptobenzotiazol | 0,7 massa qismida |
| Rux oksidi          | 5,0 massa qismida |
| Stearin             | 0,5 massa qismida |

## Ingrediyentlarni qo'shish tartibi

| Ingrediyentlar                   | Qo'shish vaqti |
|----------------------------------|----------------|
| Kauchuk                          | 0              |
| Stearin                          | 8 daq.         |
| Merkaptobenztiazol va rux oksidi | 12 daq.        |
| Oltingugurt                      | 15 daq.        |

Vulkanlanish jarayoni 143°C haroratda 20 daqiqa davomida olib boriladi.

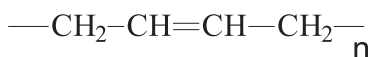
**Qo'llanilishi.** Tabiiy kauchuk asosida olingan rezina yuqori elastikligi, sovuqbardoshligi, yuqori dinamik xossalari, ishqalanishga chidamliligi bilan ajralib turadi. Organik erituvchilarda oson bo'kadi va eskirish jarayoni tez o'tadi. Tabiiy kauchuk asosida yelimlar, ebonitlar, avtomobil shinalari, rezinotexnik, xo'jalik, sport va gubkasimon mahsulotlar ishlab chiqariladi (24-rasm).

*Izopren kauchuk.* Bu kauchuk sintetik kauchuklar turkumiga kiradi. Tabiiy kauchukdan kauchuk bo'lmagan moddalar miqdori kamligi, kam tartibli tuzilishga ega bo'lganligi hamda polimer zanjirida funksional guruhlar yo'qligi bilan farq qiladi. Bu kauchuk tarkibida azot saqllovchi moddalar yo'qligi va zollik kam bo'lganligi tufayli suvga chidamli va yuqori dielektrik xususiyatga ega.

*Butadiyen kauchuk.* Bu kauchuk divinildan natriy initsiatori qo'shib polimerizatsiya yo'li bilan olinadi. Olinish usuli o'zgartirilib, har xil tuzilishga ega bo'lgan kauchuk olinadi:



24-rasm. Yedirilishga mustahkam rezina mahsulotlari – sport tovarlari va avtomobil shinalari



Butadiyen kauchuklarning markalari: SKDL – litiyli katalizatorlar ishtirokida eritmalarda olinadi. Yuqori sovuqbar-doshlikka ega. SKB – stereoregular tuzilishga ega bo‘lgan kauchuk kompleks katalizator ishtirokida olinadi. SKD-1 – «titanli» ( $\text{TiCl}_4 + \text{AlCl}_3$ ) katalitik tizimi ishtirokida olinadi va sis-1,4 strukturali zanjir miqdori 87–95% ni tashkil qiladi. SKD-2 – «kobalt» ( $\text{CoCl}_2 + \text{AlRCl}_2$ ) katalitik tizimi ishtirokida olinadi va sis-1,4 strukturali zanjir miqdori 93–98% ni tashkil qiladi.

Fizik xossalari: butadiyen kauchuklarining zichligi 900–920 kg/m<sup>3</sup>. Shishalanish harorati mikrostrukturaga bog‘liq va quyidagi oraliqda namoyon bo‘ladi: SKD uchun –95°C dan –110°C gacha, SKDL uchun –90°C dan –105°C gacha, SKB uchun –48°C dan –54°C gacha.

Butadiyen kauchuklari tarkibida sis-1,4 strukturali kau-chuk miqdori 80% dan yuqori bo‘lganda past haroratlarda kristallanish xususiyatiga ega bo‘ladi. SKD kristallanish mak-

simal tezlik harorati 60°C gacha bo'lib, bunda maksimal kristallanish darajasi 60% ga yetadi. SKD asosidagi rezinalar kristallanish jarayonida qotadi. Kauchukning kristallanishi kamayishi bilan SKDL asosidagi rezinalarning sovuqqa chidamliligi yuqori bo'lib boradi.

### **3.2. ELASTOMERLARNI VULKANLASH JARAYONLARI**

Rezina aralashmasini olish uchun kauchuk va ingrediyentlar yagona massaga kelgungacha aralashtiriladi. Qorishma aralashtirilganidan so'ng quyidagi talablarga javob berishi lozim:

- qorishma tarkibiga kiruvchi barcha ingrediyentlarning bir tekisda taqsimlanishi;
- qorishmaning texnologik mashinalarda qayta ishlanishi;
- vulkanlangandan so'ng talab asosidagi fizik-mexanik xossalarning ta'minlanishi.

Aralashtirish jarayoni bir necha bosqichdan iborat bo'lishi mumkin: qattiq komponentlarni maydalash; komponentlarni kauchuk tarkibiga kiritish; aglomeratlarni maydalash; kauchuk va ingrediyentlarini aralashtirish.

Ingrediyentlarni aralashtirish mexanizmiga ko'p komponentli sistemaning deformatsiyalanishi deb qarash mumkin. Bu deformatsiya natijasida aralashayotgan kompozitsiya qalinligining tobora kamayib borishi o'zaro yuza ta'sirining oshib borishiga olib keladi. Natijada, shunday holatga erishish mumkinki, qatlam qalinligi maydalanayotgan faza zarracha o'lchamiga yaqinlashadi. Rezina aralashmasining sifati ingrediyentlarni yagona hajmda bir tekisda taqsimlanishi bilan belgilanadi. Rezina aralashmasi ikki xil usulli tizimda (ochiq va yopiq)

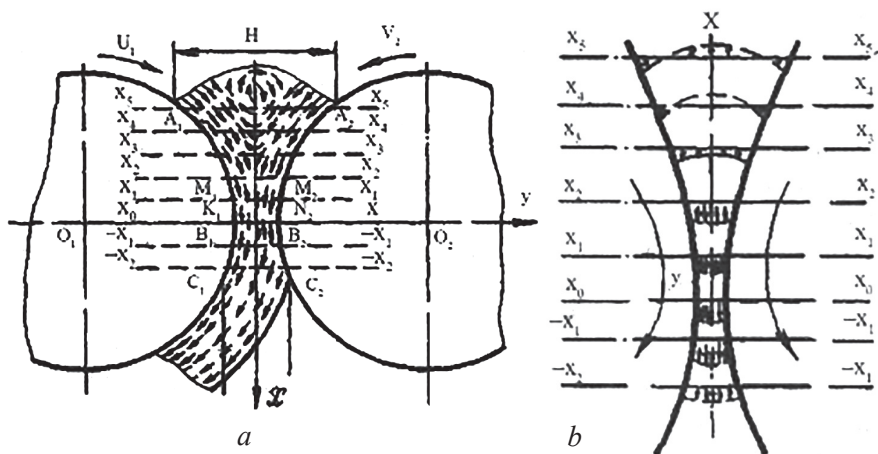
tayyorlanadi. Ochiq tizimli usulda rezina qorishmasi «Vais» uskunasi tayyorlanadi. Yopiq tizimli usulda qorishma avtomatlashtirilgan yopiq rezina qorishmasini aralashtirish uskunasi tayyorlanadi.

**Rezina qorishmalarni valsda tayyorlash.** Zamonaviy texnologiyada rezina qorishmasini tayyorlash uchun valsdan chegaralangan tarzda foydalanish mumkin. Vals uskunasi ishlab chiqarish hajmi kichik bo'lib, buyumlar assortimenti katta bo'lgan korxonalarda ba'zi maxsus kauchuklar asosida (ftor kauchuk, akrilat kauchuk va boshq.) rezina qorishmalarni tayyorlash uchun qo'llaniladi.

Vals uskunasi rezina qorishmasini tayyorlab olish uchun kauchuk va ingrediventlar vallarga yuklanadi, vallar o'zaro qarama-qarshi kesishuvchi oraliq tomonga aylanadi. Vallar sirtiga tegib turgan kauchuk qatlami adgeziya va ishqalanish kuchlari hisobiga o'zaro vallar oralig'iga vallarning aylanma tezligiga muvofiq tezlikda tortiladi. Oldingi qatlamga tegib turgan kauchuk yoki rezina qorishmasining har bir keyingi qatlami kogeziyon kuchlari hisobiga vallarning oraliq tirqishiga tushadi, ammo ushbu qatlam asta-sekin kamayib boruvchi tezlik bilan vallar yuzasidan chetlashgani sari ikkita val har birining yuzasidagi oraliq ustidagi maydonda doimo kauchuk yoki rezina qorishmasining «aylanuvchi zaxirasi» yuzaga keladi, undagi qatlamlar harakati ularning mos bo'lgan val yuzasidan chetlashgani sari asta-sekin kamayib boradi. Minimal oraliqdan ma'lum masofada qorishma qatlamlari o'zaro uchrashadi va qorishmaning oraliqdan o'tmaydigan qismi vallaro ponadan orqaga itarila boshlab, qarshi oqim, «aylanayotgan zaxira»ni hosil qiladi, vallar yuzasiga tegib turgan material qatlamlari esa oraliq tirqishga tortiladi.

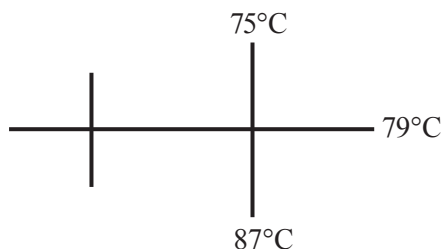
Bu faqatgina qorishmani oraliq tirqishga yo'naltiradigan ishqalanish kuchlari kogeziyon mustahkamlik va qorishmaning ichki ishqalanish kuchidan ortiq bo'lganida kuzatiladi.

«Aylanayotgan zaxira» qismida rezina qorishmasida yuzaga keladigan eng katta surilish deformatsiyalari kuzatiladi, demak surilishning eng katta kuchlanishlari ham kuzatilib, bu eng jadal aralashishga sabab bo'ladi. Surilishning kuchlanishi, asosan, aralashitirish harorati va deformatsiya tezligidagi rezina qorishmasining qovushqoqligiga bog'liq bo'ladi (19-rasm). Rezina qorishmasining tayyorlanish vaqti va miqdori qorishma tarkibi va ingrediyentlarning fizik xossalariga bog'liq bo'ladi. Valoklarning harorati esa qorishmaning xossasiga va uning tarkibidagi ingrediyentlar faolligiga qarab belgilanadi. Ko'p hollarda valslarning orqa valoki harorati  $70-75^{\circ}\text{C}$  ni, oldingi valoki harorati esa  $45-55^{\circ}\text{C}$  ni tashkil etadi (25-rasm). Rezina qorishmasini valslarda sifatli tayyorlash uchun uning oldingi



25-rasm. Valslarning harakat qilish holati: *a* – vals vallari o'rtasidagi rezina qorishmasi oqimi; *b* – valsning har xil aylanma tezlikdagi vallari oraliq tirqishidagi rezina qorishma-sining oqish tezligi liniyasi.



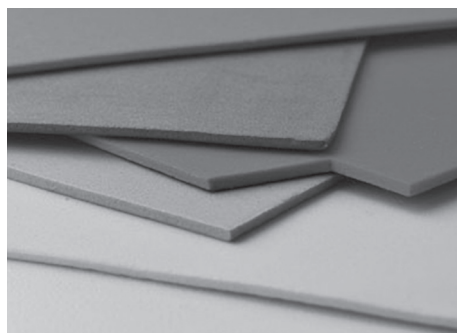


26-rasm. Rezina qorishmasini valsda aralashtirishda haroratning taqsimlanishi.

valoki yuzasiga suyuq va mayda ingrediventlar tekis solinishi kerak.

Hamma ingrediventlar qo'shilgandan keyin rezina qorishmasi valok yuzasi bo'yicha pichoq yordamida chap va o'ng tomonga kesib qayta valoklar orasiga kiritiladi (26-rasm).

Valslarda rezina qorishmalarini tayyorlashda kiritilayotgan ingrediventlarning ketma-ketligiga katta e'tibor berilishi va reglament asosida ish olib borilishi shart. Birinchi valsga berilgan tarkib asosida kauchuk kiritiladi, u valokka tekis yopishgungacha aylantiriladi. Agar tarkib ikki va undan ortiq kauchukdan tashkil topgan bo'lsa, u holatda qovqshqoqligi yuqori



27-rasm. Tayyor rezina tovarlari.

bo'lgan kauchukdan boshlab valsda kiritiladi. Undan keyin ketma-ketlikda aralashtirgichlar (dispergator) va vulkanlash agentlari kiritiladi. Rezina qorishmalarga qurum, yumshatkich va plastifikatorlarni ketma-ketlikda kiritish katta ahamiyatga ega. To'ldirgichlarni yaxshi aralashtirish uchun bir necha qismga bo'lib kiritiladi. Plastifikatorlarni to'ldirgichdan keyin kiritish maqsadga muvofiq. Vulkanlash agentining rezina qorishmasini tayyorlash jarayonida vulkanlanish boshlanmasligi uchun jarayonning eng oxirida qo'shiladi. Agarda vulkanlash agenti qiyin aralashadigan bo'lsa, u holda uning boshida va, tezlatkichning oxirida qo'shiladi. Ingrediyentlarni kiritib bo'lgandan keyin rezina qorishmasini valsda chap va o'ng tomonga kesib, yaxshilab aralashtirib olinadi.

Tayyor rezina qorishmasi  $+5^{\circ}\text{C}$  atrofidagi suvda sovutiladi va tindirishga jo'natiladi.

### **3.3. REZINA QORISHMALARINI TAYYORLASH USULLARI**

Hozirgi vaqtda rezina sanoatida rezina qorishmalarini tayyorlash uchun keng miqyosda yopiq holdagi rotorli to'xtab ishlovchi rezina qorish mashinalari qo'llaniladi. Bu mashinalarning ishlab chiqarish unumdorligi katta va yangi boshqaruv tizimlari bilan ta'minlanganligi uchun sifatli rezina qorishmalarini tayyorlaydi. Mashinalarning ishlatilishi xavfli emas va atrof muhitning tozaligi yuqori darajada saqlanadi.

Yopiq tizimdagi oval shaklli rotorli rezina aralashtirgich rezina sanoatida eng ko'p qo'llaniladi. Ular qisqa vaqt ichida rezina qorishmalarni sifatli tayyorlaydi. Kauchuk va ingrediyentlar mashinaning yuqori qismidagi eshik orqali kameraga

tushadi va tayyor holdagi rezina qorishmasi pastki eshik orqali chiqariladi.

Kauchuk va ingrediyentlar kameraning ichida bir-biriga qarama-qarshi aylanuvchi rotorlar yordamida aralashtiriladi.

Yopiq tizimdagi rezina aralashtirgichli kamerada aralashma tayyorlash jarayonida  $160^{\circ}\text{C}$  gacha yuqori haroratga ko'tarilib ketishi rezina qorishmalarining oldindan vulkanlanishiga olib keladi. Shuning uchun ham vulkanlovchi agentlari oxirida – rezina qorishmasi valsga tushganda qo'shiladi yoki qo'shilmasdan sovitishga yuboriladi. Yuqori qattqlikdagi kauchuklarga faol to'ldirgichlar qo'shilgan rezina qorishmalarini tayyorlash bir necha bosqichda olib boriladi. Bunda birinchi bosqichda rezina qorishmasi tarkibidagi vulkanlash agentlaridan tashqari barcha kauchuk va ingrediyentlar qo'shiladi va harorat  $160^{\circ}\text{C}$  gacha ko'tarilishi mumkin. Bu holatda rezina qorishmasining xossalari o'zgarmaydi. Ikkinchi bosqichda sovitilgan rezina qorishmasiga past rotorlarning tezligida qolgan vulkanlash



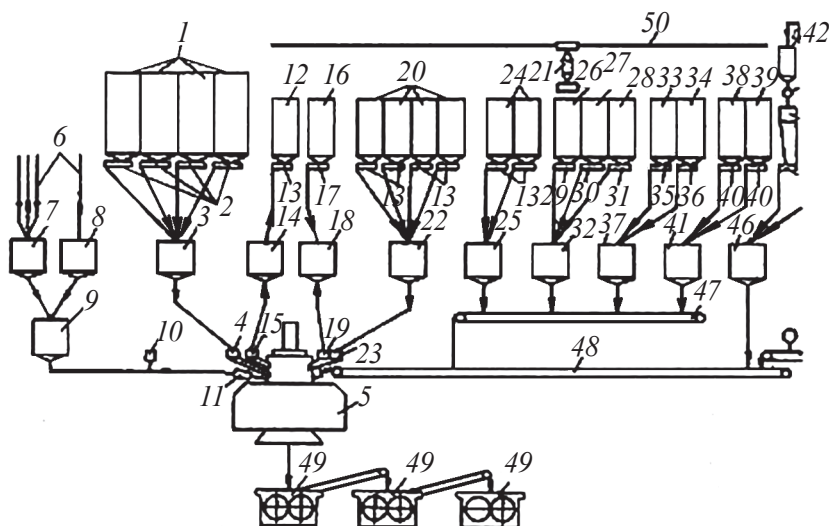
28-rasm. Turli mavsumlar uchun yuqori sifatli poyafzallar tag qoplamalari.

agentlari qo'shiladi. Natijada qorishmaning bir xil tarkibligi va sifati oshadi (28-rasm).

Bir bosqichli usul bilan qovushqoqligi kam bo'lgan kauchuklar asosidagi kam faol to'ldirgichlar bilan to'ldirilgan rezina qorishmalari tayyorlanadi, bunda mashinaning kamerasi hajmi 250 litr va rotorlarning aylanish chastotasi 30 ayl./daq. dan oshmasligi kerak. Bu usul bilan mashinada rezina qorishmasini tayyorlash uchun kauchuk plastifikatsiya qilingandan so'ng ingrediyentlar ketma-ketlikda kiritiladi va eng oxirida listlash valesida oltingugurt qo'shiladi yoki rezina qorishmasini tayyorlash vaqti tugashiga 30 soniya qolganda qo'shiladi. Kam miqdordagi va qiyin aralashadigan ingrediyentlar (ikki va undan ortig'i) bir-biri bilan aralashtirilib keyin qo'shiladi.

Bir bosqichli rezina qorishmalarni tayyorlash usulida ingrediyentlar (29-rasm) ketma-ket qorishma tarkibiga kiritilishini, harorat birxilligini ta'minlash va kamera yuqori qismi siqilishini nazorat qilish kerak. Rezina qorishmalarini tayyorlash va ingrediyentlarni kiritish tartibi laboratoriyada amaliy tekshiruv natijasida aniqlanadi va texnologik xaritasi tuziladi.

Har bir rezina qorishmasi tarkibi uchun alohida texnologik xarita tuziladi, ammo hamma tarkiblar uchun bitta qoida umumiy saqlanishi kerak, ya'ni qorishmaga regenerat va eskirishga qarshi qo'shiladigan ingrediyentlar qo'shilsa u holda ularni birinchi navbatda kauchuk bilan aralashtirish va undan keyin dispergatorlar va boshqa ingrediyentlar qo'shish kerak. Undan keyin qorishma tarkibiga faol to'ldirgichlar qo'shiladi. Qorishma tarkibi bir xil bo'lishi uchun qovushqoqlik yuqori bo'lishi kerak, shuning uchun ham yumshatkich va plastifikatorlar oxirgi bosqichda qorishma tarkibiga to'ldirgichlar bilan birga qo'shiladi. Qovushqoqlik yuqori bo'lgan kauchuklarga plasti-

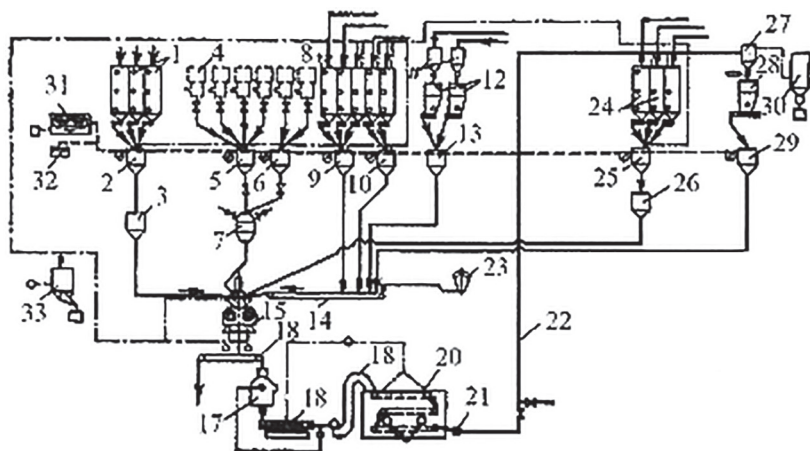


29-rasm. Bir bosqichli usulida rezina aralashmasini tayyorlash: 1, 12, 16, 20, 24, 26–28, 33, 34, 38, 39, 44 – har xil materiallar uchun taqsimlovchi bunkerlar; 2 – taʼminlovchi uskina; 3, 7, 22, 25, 32, 37, 41, 46 – ingridiyentlar uchun avtomatik tarozilar; 5, 19, 23 – ingridiyentlar uchun rezina aralashtiruvchi yuklovchi idishlar; 6 – suyuq ingridiyentlar uchun uzatkichlar; 9 – suyuq ingridiyentlar uchun oraliq uzatkich; 10 – suyuq ingridiyentlar uchun nasos; 11 – klapan; 13, 17 – vibroshnekli taʼminlovchi; 21 – harakatlanuvchi konteyner; 29–31, 35, 36, 40, 45 – vintli taʼminlovchi; 42 – granula holatdagi kauchuk uchun idish; 45 – rotatsion uzatma; 47, 48 – tasmasimon uzatkich; 49 – vals; 50 – relsli yoʻl; 51 – yarim avtomatli tarozi.

fikatorlar oldindan qoʻshilishi mumkin. Baʼzi hollarda faol texnik qurumlar boʻlib-boʻlib yuqorigi itargichni siqishi natijasida qoʻshiladi. Suyuq yumshatkich va plastifikatorlar bosim ostida yopiq boʻlib ishlayotgan mashina kamerasiga yuboriladi. Rezina qorishmasini tayyorlash jarayonida mashina kamerasining yuqori qism itargichi berkitilgan va bosim ostida ushlanishi kerak.

Ikki bosqichdan yuqori qovushqoqlikka ega bo'lgan rezina qorishmasini tayyorlash uchun «Intermiks» rezina qorishmasini tayyorlash mashinasi ishlatiladi (30-rasm).

Bu mashina kamerasi va aylanish rotorlarining tuzilishi bilan boshqa mashinalardan farq qiladi va kamera ichidagi issiq haroratni boshqarish osonlashadi, chunki kameraning



30-rasm. Rezina qorishmalarini ikki bosqichda tayyorlash texnologik jarayoni: 1 – qurum uchun bunker; 2, 5, 6, 9, 10, 13, 25, 29 – avtomatik tarozilar; 3, 7, 26 – yig‘uv idishlari; 4 – plastifikator uchun idish; 8 – kimyoviy moddalar uchun bunker; 11, 27 – siklonlar; 12 – kauchuk granulalari uchun bunker; 14, 16 – tasmali uzatkichlar; 15 – tezkor ishlovchi rezina aralashtirgich; 17 – granulalovchi kallakli chervyakli mashina; 18 – tebranuvchi uzatkich; 19 – elevator; 20 – granulalar uchun sovituvchi kamera; 21 – granulalarni qabul qiluvchi; 22 – granulalarni uzatuvchi; 23 – tarozi; 24 – oltingugurt va tezlashtirgich uchun bunker; 28 – birlamchi rezina qorishmasi uchun bunker; 30 – havo uzatgichi uchun vakuum-uskuna; 31, 32 – avtomatik va qo‘lda boshqaruv yashigi; 33 – changyutkich.

hamma tomoni sovitilishga moslashtirilgan. Bundan tashqari, mashinadan chiqayotgan qorishmaning ham harorati pasaytirilib chiqariladi, natijada rezina qorishmasining ma'lum miqdorda vulkanlash jarayoniga uchrashining oldi olinadi va rezina qorishmalarining sifati oshadi.

Rezina qorishmalarini yopiq tizimli mashinalarda tayyorlash jarayonida berilgan rezina qorishmalarini tayyorlash vaqtini, ingrediyentlar kiritish ketma-ketligini, kamera ichidagi haroratni, yuqori va pastki zatvorlarni siquvchi havo bosimini, kamerani sovitish suv bosimini nazorat qilish va reglament asosida ushlab turish talab qilinadi.

Rezina qorishmalarini tayyorlash avtomatik boshqaruv tizimi bilan ta'minlangan. Jarayon boshqarish reglamenti asosida tuziladi va EHM ga kiritiladi. Shu asosda barcha kauchuk va ingrediyentlar vaqt birligi asosida kamera ichiga ketma-ketlikda kiritiladi. Ba'zi mashinalarda umumiy rezina qorishmalarini tayyorlash davomiyligi vaqt birligida, ba'zilarida esa harorat birligida boshqariladi.

Qorishmani tayyorlashda kamerada ishqalanish va siqilish hisobiga katta miqdorda issiqlik ajralib chiqadi, shuning uchun ham rezina qorishmasining harorati oshib ketadi. Bu holat qorishmaning sifatini pasaytirib, texnologik xossalarini yomonlashtirishga olib keladi. Shuning uchun ham bunday holatda rezina qorishmalarini tayyorlash vaqti harorat orqali boshqariladi. Masalan, rezina qorishmasi harorati 110°C yoki 120°C va hokazogacha ko'tarilganda kamera pastki zatvori avtomatik ravishda ochiladi.

Rezina qorishmalarini tayyorlashni texnologik reglament asosida boshqarish uchun kamera ichidagi, pastki va yuqoridagi zatvorlarga beriladigan bosim 0,6–0,8 MPa ga teng bo'lishi

kerak. Shu holatda sifatli rezina qorishmasini tayyorlash mumkin.

Rezina qorishmalarini to'xtovsiz tayyorlash jarayoni to'xtab tayyorlash jarayonidan harorat va mashinaning kuchi kam o'zgarishi bilan farq qiladi. Bundan tashqari, rezina qorishmasini tayyorlash jarayonida hosil bo'lgan issiqlik ingre-diyentlarni qizdirish uchun sarflanadi va mashinaning foydali ish bajarish ko'effitsiyenti oshadi, rezina qorishmasining bir xil haroratda chiqishini va xossasini ta'minlab qoliplash ishlari ham bir vaqtda bajariladi.

To'xtovsiz ishlaydigan rezina qorishmalarini tayyorlash mashinalari chervyakli mashinalarga o'xshab ketadi, ular bir yoki bir necha chervyak bo'lishi mumkin.

*RSND-380/450-1.* Chervyakning o'zgaruvchan diametri 380/450 mm, aylanish tezligi 10–40 ayl./daq., 6 ta bo'limga bo'lingan va harorati nazoratga olingan. To'xtovsiz ishlaydigan rezina tayyorlash mashinalarini ishlatishning qiyin tomoni shundan iboratki, unda qorishma tarkibida ingre-diyentlarni bir xilda o'lchash qiyinchiligi tug'iladi. Bundan tashqari, har xil tarkibdagi qorishmalarni ishlatuvchi korxonalarda bu usulni qo'llash iqtisodiy samara bermaydi, chunki uni tez-tez qayta tozalash va ishlash reglamentini o'zgartirishga to'g'ri keladi. To'xtamasdan ishlatiladigan rezina qorishmasi tayyorlash mashinasida mayda kukunsimon kauchuk va ingre-diyentlardan rezina qorishmasini tayyorlash texnologiyasi ustunlik va iqtisodiy samara beradi.

Rezina qorishmalari mashinadan chiqqandan keyin ma'lum miqdorda vulkanlash jarayoni boshlanmasligi va natijada texnologik xossalari yomonlashmasligi uchun ularni sovitish talab etiladi. Rezina qorishmalarini sovitishning bir necha usuli bor.



*Sovuq suvda sovitish* (+5–10°C). Bu usulning kamchiligi qorishma tarkibidagi mineral to'ldirgichlar suvni ma'lum miqdor o'ziga yutadi va mahsulotning sifati pasayadi, qo'l kuchi ko'p ishlatiladi va tozalik jihatidan noqulayligidir.

Rezina qorishmalarini sovitishning samarali usullaridan biri bu – ularni *kaolinning suvdagi aralashmasida sinash*. Bu usulning kamchiligi ham energiya sarfining kattaligidadir. Rezina qorishmalarini sovitishning *zamonaviy usuli* uzluksiz ishlovchi mashinalar yordamida rezina qorishmasi tasmalarga bo'linib, unga kaolinning suvdagi eritmasi sepilib, sovituvchi kamerada sovitiladi.

Rezina qorishmalarini sovitish jarayonida kauchuklar makromolekulalarida mexanik kuchlar va issiqlik hosil bo'lgan fizik-kimyoviy o'zgarishlar o'z holiga qaytadi. Bu holat rezina qorishmalarini tindirish holati deyiladi. Natijada bu qorishmalardan olinadigan rezina-texnika buyumlari qolipdan bir xil shaklda chiqadi, ya'ni qoldiq kirishish bo'lmaydi. Tindirish vaqti kauchuklarning tuzilishiga va fizik-kimyoviy xossalariga bog'liq holda o'rtacha 4–6 soat atrofida bo'ladi.

### **3.4. REZINA QORISHMALARINI QAYTA ISHLASH USULLARI**

#### **3.4.1. Rezina qorishmalarini tayyorlash uskunalari**

Rezina aralashmasini olish uchun kauchuk va ingrediyentlar yagona massaga kelgungacha aralashtiriladi. Qorishma aralashtirilganidan so'ng quyidagi talablarga javob berishi lozim:

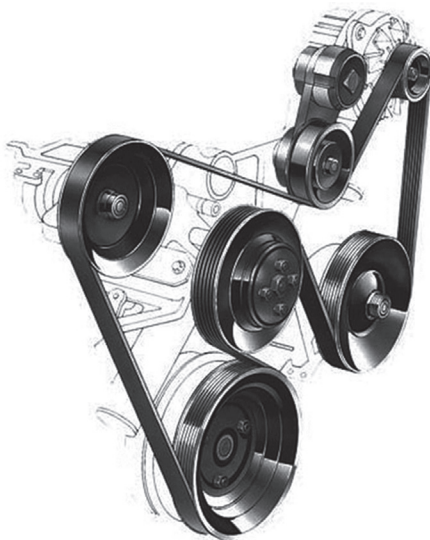
– qorishma tarkibiga kiruvchi barcha ingrediyentlarning bir tekisda taqsimlanishi;

- qorishmaning texnologik mashinalarda qayta ishlanishi;
- vulkanlangandan so‘ng talab asosidagi fizik-mexanik xossalarning ta‘minlanishi.

Aralashtirish jarayoni qattiq komponentlarni maydalash; komponentlarni kauchuk tarkibiga kiritish; aglomeratlarni maydalash; kauchuk va ingrediyentlarni aralashtirish kabi bir necha bosqichdan iborat bo‘lishi mumkin.

Ingrediyentlarni aralashtirish mexanizmiga ko‘p komponentli sistemaning deformatsiyalanishi deb qarash mumkin.

Bu deformatsiya natijasida aralashayotgan kompozitsiya qalinligining tobora kamayib borishi o‘zaro yuza ta’sirining oshib borishiga olib keladi. Natijada, shunday holatga erishish mumkinki, qatlam qalinligi maydalanayotgan faza zarracha o‘lchamiga yaqinlashadi. Rezina aralashmasining sifati ingrediyentlarni yagona hajmda bir tekisda taqsimlanishi bilan belgilanadi.



*31-rasm.* Turli termik jarayonlar va kuchga bardoshli avtoremenlar.

Ishlab chiqarishda rezina qorishmalari ikki xil usul bilan: ochiq usulda vals yordamida va yopiq usulda rezinalashtirgichlar yordamida tayyorlanadi. Hozirgi vaqtda rezina qorishmalar tayyorlashning uzluksiz texnologiyasi va mashinalari ishlab chiqilmoqda.

**Zamonaviy valslar** o'lchov asboblari va yordamchi qurilmalar bilan ta'minlangan. Biroq bu mashinalarning jiddiy kamchiliklari ham bor – ularning ish unumi yuqori emas, changiydigan materiallarni (ayniqsa, qurum aralashmalarini) ishlashda germetizatsiyalash qiyin, ishlash xavfli hisoblanadi, chunki ishchi ochiq aylanayotgan valoklar bilan ishlashiga to'g'ri keladi. Shuning uchun valslar yopiq tipdagi aralashtiruvchi mashinalarga (plastifikatorlar, granulatorlar, slabberlar) asta-sekin o'rnini bo'shatib bermoqda. Shunga qaramasdan valslar qurumsiz rezina aralashmalar yoki yuqori qattqlikdagi aralashmalarni tayyorlashda, unchalik katta bo'lmagan korxonalarda, keng assortimentdagi buyumlarni ishlab chiqaruvchi katta korxonalarda, rezina texnika buyumlari ishlab chiqaruvchi korxonalarda va rezina poyafzal korxonalarida keng qo'llaniladi.

Ishlatilish maqsadiga ko'ra valslarni yetti guruh: 1) aralashtiruvchi; 2) isituvchi; 3) rafinirlovchi; 4) maydalovchi; 5) tuyuvchi; 6) yuvuvchi; 7) laboratoriyada ishlatiladigan valslarga ajratish mumkin.

Aralashtiruvchi valslar rezina qorishmalarini tayyorlash va yopiq rezina aralashtirgichlardan keladigan rezina aralashmalarini listlash, shuningdek, tabiiy kauchukni plastifikatsiyalash uchun ishlatiladi. Bu mashinalarning friksiyasi 1:1,07 dan 1:1,27 gacha bo'ladi. Yuqori friksiyali valslar o'ziga xos qattiq

aralashmalarni katta gorizontalar itaruvchi kuchlar ta'sirida ishlash uchun qo'llaniladi.

*Isituvchi valslar* rezina aralashmalarni kalandrlar va chervyakli mashinalarda ishlatishdan oldin isitish uchun xizmat qiladi. Ular aralashtiruvchi valslardan friksiya qiymati (1:1,27 dan 1:1,37 gacha) bilan farqlanadi, friksiyaning katta qiymati qattiq aralashmalarning ishlaydigan valslariga tegishli. Ba'zan orqa valokning sirti rifellangan bo'ladi.

*Rafinirlovchi valslar* rezina aralashmalari, kauchuk va regeneratlarni qattiq qo'shimmalar va zarrachalardan tozalash uchun mo'ljallangan. Valoklar ishchi qismlarining sirti silliq, bochkasimon bo'lganligi uchun ishlanayotgan materialdagi qattiq qo'shimchalar valoklarning chetiga siqib chiqariladi va qorishmaning chekka qismi bilan birga olib tashlanadi. Rafinirlovchi valslar valoklari bochkalarining diametrlari turlicha bo'ladi: oldingi valoklar – 490 mm, orqa valoklar – 610 mm; friksiyasi – 1:1,255. Dastlabki tozalashda valokdagi qorishma qatlamining qalinligi 0,25 mm, yakuniy tozalashda esa 0,15 mm bo'ladi.

*Maydalovchi valslar* regenerat ishlab chiqarishda va rezina-tekstil matolarni qayta ishlashda, eski rezinani va tekstil chiqindilarini maydalashda qo'llaniladi. Valok bochkalarining o'lchamlari va friksiyasi xuddi rafinirlovchi valslarniki kabi bo'ladi.

*Tuyuvchi valslar* rezina chiqindilarini, rezina tekstil matolarni va ebonitni juda mayda qilib tuyish uchun mo'ljallangan. Ikkala valokning ham diametri bir xil bo'lib, ular silliq silindrsimon yuzaga ega bo'ladi. Maydalovchi valslarga qaraganda friksiyasi yuqori bo'ladi (1:4). Konstruksiyasiga ko'ra tuyuvchi valslar aralashtiruvchi va isituvchi valslarga o'xshaydi.

Yuvuvchi valslar tabiiy va sintetik kauchuklarni mexanik qo'shimchalardan yuvish uchun qo'llaniladi. Ular 1:1,38 frik-siyada ishlaydi. Valok bochkalarining diametri bir xilda, yuzasi rifellangan bo'ladi.

Laboratoriya valslari laboratoriya va tadqiqot ishlarida qo'llaniladi. Ular valoklarining o'lchamlari nisbatan kichik bo'ladi. Sanoatda qo'llaniladigan valslardan ko'plab boshqaruvchi va qayd qiluvchi asboblari va yordamchi qurilmalarining mavjudligi hamda yuritma mexanizmi bilan farq qiladi.

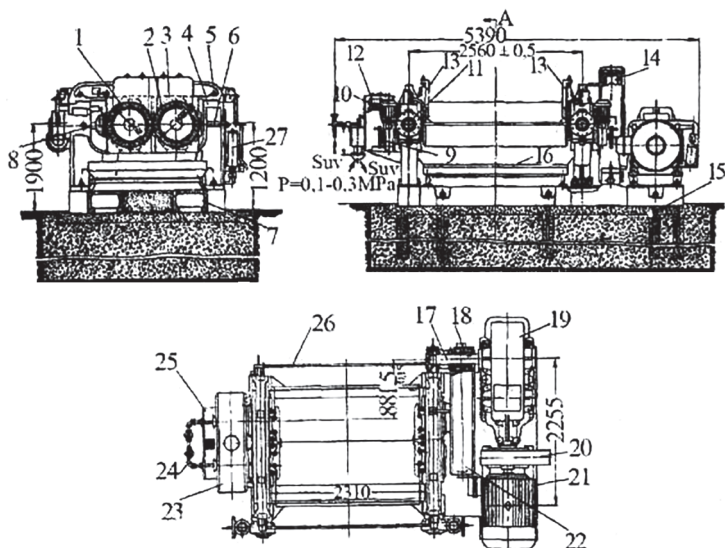
Valslarning shartli belgilanishi GOST 1433-2009 bilan reglamentlangan. Masalan, valoklar bochkalarining uzunligi 2130 mm, oldingi va orqa valoklar bochkalarining diametri 660 mm bo'lgan, o'ng yuritmalari aralashtiruvchi valslar quyidagicha belgilanadi: Vals SM 2130 660/660 P.

**Valslarning tuzilishi.** 32-rasmda 2130 660/660 P yakka tartibdagi o'ng yuritmalari zamonaviy aralashtiruvchi valslarning tuzilishi ko'rsatilgan.

Dumalash podshipnik (3) lariga o'rnatilgan, bir-biriga qarab aylanadigan ikkita ichi bo'sh (oldingi (1) va orqa (2)) valok stanina (4) larga o'rnatilgan.

Staninalar traversa (5) lar tomonidan tortilgan va to'g'ri to'rtburchakli derazani hosil qiladi. Ularda valoklar podshipniklarining korpuslari o'rnatilgan. Odatda, stanina va traversalar po'latdan quyib ishlanadi va yetarlicha mustahkamlikka ega. Staninalar cho'yandan yoki temirbetondan ishlangan massiv fundamental plita (7) ga o'rnatilgan.

Orqa valok podshipniklarining korpuslari staninalarga qo'zg'almas qilib o'rnatilgan va bolt (6) lar bilan (staninaning orqa devoriga) mahkamlangan.



32-rasm. 2130 660/660 P valsining tuzilishi: 1 – oldingi valok; 2 – orqa valok; 3 – valokning podshipnigi; 4 – stanina; 5 – traversa; 6 – bolt; 7 – fundamental plita; 8 – siquvchi vint; 9 – maxovikcha; 10 – elektr yuritma; 11 – oraliq koʻrsatkichning diski; 12 – friksion shesternalar; 13 – strelkalar; 14 – tortiluvchi yuritmal shesterna; 15 – fundamental bolt; 16 – poddon; 17 – reduktorning chiqish vali; 18 – tortuvchi yuritmal shesterna; 19 – reduktor; 20 – kolodkali tormoz; 21 – yuritmaning elektr yuritmasi; 22, 23 – toʻsiq kojuxlari; 24 – suv bilan sovitish tizimining quvuri; 25 – quyiladigan togʻora; 26 – avariya oʻchirish shtangasi; 27 – qoʻlda moylanadigan nasos.

Valoklar oʻrtasidagi oraliqni oʻlchash uchun oldingi valok podshipniklarining korpuslari stanina boʻylab yoʻnaltirgichlar boʻyicha harakatlanishi mumkin. Oldingi valok podshipniklari korpuslarining staninalardagi harakati zazorni sozlash mexanizmi yordamida bosiladigan vint (8) bilan amalga oshiriladi. Zazorni sozlash mexanizmi qoʻl bilan maxovikcha

(9) (dastak) yoki elektr yuritma (10) bilan harakatga keltiriladi. Har ikki bosiladigan vint (8) dan biri saqlagich shayba orqali oldingi valok podshipnigining korpusiga tiraladi. Valslar zo'riqib ishlaganda yoki oraliqqa qandaydir tashqi modda tushsa shayba kesilib ketadi, oldingi valok gorizontal yo'nalishdagi kuch ta'sirida itariladi va valoklar o'rtasidagi zazor kattalashadi.

Oldingi valoklarning harakatini cheklash uchun chekka o'chirgichlar o'rnatilgan, ular valokning berilgan holatida oraliqni sozlash mexanizmining elektr yuritma (10) sini o'chiradi. Valslarning ba'zi konstruksiyalarida oldingi valokni orqa valokka siqilishdan saqlovchi qurilmalar mavjud. Oldingi valokning bir tekis harakatlanishini va valoklar o'rtasidagi zazorni nazorat qilish uchun har bir staninada zazor kattaligini ko'rsatuvchi diskalar (11) o'rnatilgan.

Ishlanayotgan materialning podshipniklar ichiga kirib qolishining oldini olish uchun valslar maxsus himoyalovchi qurilmalar – strelkalar (13) ga ega.

Vals quvvati 160 kW bo'lgan elektr yuritma (21) dan reduktor (19) orqali yuritiladi. Elektr yuritma reduktor bilan umumiy fundament plitaga valslar bilan birga o'rnatilgan. Reduktorning chiqish vali (17) ga tortuvchi (18) kichik shesterna kiydirilgan bo'lib, u orqa valokning bo'yniga kiygizilgan tortiladigan yuritmali katta shesterna (14) bilan tishlashgan. Aynan ushbu juft shesternalar orqali valsning orqa valoklari harakatga keltiriladi. Oldingi valok esa juft friksion shesterna (12) lar orqali harakatga keladi. Barcha shesternalar kojux (22 va 23) lar bilan yopilgan. Valoklarning podshipniklari quyuq moy bilan orqa valok tomonda joylashgan NRG tipidagi qo'l nasosi (27) yordamida moylanadi.

Vals avariya to'xtatish qurilmasi bilan jihozlangan. U pol sathidan 1200 mm balandlikda valoklarning sirtiga parallel joylashgan ikkita shtanga (26) shaklida yasalgan. Shtanga bosilganda uning uchlari richaglar tizimi orqali valslarning traversalariga mahkamlangan o'chirgichlarga ta'sir qiladi, natijada yuritmaning elektr yuritmasiga tok kelishini to'xtatadi. Shu bilan birga elektr yuritmaning validagi kolodkali tormoz (20) ning elektromagniti o'chiriladi va tormoz shkivini tormoz (prujina yoki yuk ta'sirida) siqadi.

Texnika xavfsizligi bo'yicha joriy me'yorlarga binoan, avariya o'chirgich valslardagi ish xavfsizligini ta'minlashi kerak. Yuklanmagan valslarda avariya o'chirgich yoqilgan ondan boshlab tormozlash yo'li oldingi valok aylanishining 1/4 qismidan oshib ketmasligi kerak. Yuklangan valslarda tormozlash tizimi valoklarni darhol to'xtatishi kerak. Zamonaviy valslarda avariya tormozlashda oldingi valok avtomatli tarzda orqa valokdan qochadi va ular o'rtasidagi zazorni kattalashtiradi.

Materiallarni valslarda ishlaganda ko'p miqdorda issiqlik ajralib chiqadi, valoklar va materiallar qizib ketadi. Hosil bo'lgan issiqlikni olib ketish, materialni va valoklarni sovitish uchun ularning ichi bo'sh qilib ishlanadi. Valoklarning ichki yuzasi o'yib olingan bo'ladi va darchaning bo'shlig'ida quvurlar (24) bo'ylab forsunkalar orqali suv beriladi.

U valoklarning ichki yuzasini yuvib, sovitadi va tog'oraga (25) voronka orqali uzluksiz ravishda quyilib turadi.

Texnologik jarayonni to'g'ri olib borish uchun valslar nazorat qiluvchi, qayd qiluvchi va boshqaruvchi asboblardan jihozlanishi zarur. Bu, ayniqsa, laboratoriya va tajriba ishlari uchun mo'ljallangan valslar uchun zarur. Valslar valoklar ishchi



yuzalarining haroratini o'lchash; kirayotgan va chiqayotgan suvning haroratini o'lchash va qayd qilish; valoklarning podshipniklari, reduktor va elektr yuritmaning haroratini o'lchash va ko'rsatish; sovituvchi suvning bosimini o'lchash va ko'rsatish; har bir valokning aylanma tezligini va ularni bir tekis boshqarish holatidagi friksiyani o'lchash va ko'rsatish; gorizontal yo'nalishdagi itarish kuchlarini ko'rsatish va qayd qilish; kuchlanish, tok kuchi va quvvatni o'lchash va qayd qilish; har bir siquvchi vintdagi zazor kattaligini aniqlash; materialga ishlov berishning alohida operatsiyalari va butun sikli bo'yicha ish unumini nazorat qiluvchi asboblardan jihozlangan bo'lishi zarur.

Zamonaviy valslarda nazorat-o'lchov asboblari maxsus pultga chiqarilgan bo'ladi. Laboratoriya valslarida oldingi va orqa valoklarning haroratini avtomat tarzda yoki qo'lda o'lchash, boshqarish va qayd qilib borish, valokning chap va o'ng tayanchlaridagi gorizontal itarish kuchlarini o'lchash va qayd qilib borish, shuningdek, suv va bug'ning bosimini o'lchash nazarda tutilgan. Barcha asboblardan alohida maxsus joylarda joylashtirilgan. Elektr yuritmalari boshqaruv pultidan boshqariladi.

Haroratni avtomat boshqarish termoparalar va elektron potensiometrlar yordamida suv va bug' berish quvurlaridagi klapanlarni ochish va yopish yo'li bilan amalga oshiriladi. Gorizontal itaruvchi kuchlarni o'lchash va yozib borish uchun kuch o'lchovchi 40 kN kuchga mo'ljallangan tenzorezistiv datchiklar va elektron avtomat potensiometrlar xizmat qiladi.

Rezinani listlaydigan valslardan olish, isituvchi valslarni va boshqa mashinalarni rezina bilan ta'minlash, listsimon rezina aralashmasini sovitish va uni oraliq omborlarda saqlash

uchun turli yordamchi jihozlar qo'llaniladi. Agar listlangan rezina aralashmasi valslardan keyin darhol kalandrlarga yoki chervyakli mashinalarga uzatilmasdan, oraliq omborga jo'natiladigan bo'lsa, u sovitilishi va yopishishning oldini olish uchun izolatsion material bilan qoplanishi kerak. Buning uchun turli sovitish qurilmalaridan foydalaniladi.

Hozirgi kunda rezina aralashtirgichlar rezina aralashmalarini tayyorlash va kauchukni plastifikatsiyalash uchun asosiy jihoz hisoblanadi. Rezina aralashtirgich bir-biriga qarab aylanuvchi shakldor profilli valoklari bo'lgan yopiq kameradan yoki yuklash voronkasiga rezina aralashmalarining barcha komponentlari belgilangan tartibda uzatiladigan chervyak tipidagi mashinadan iborat.

Rezina aralashtirgichlarning valslardan afzalligi ish jarayonining germetiklanganligi (buning natijasida sochiluvchi komponentlar to'kilmaydi, chang hosil bo'lmaydi), materialni qayta aralashtirish sharoitining qulayligi, ish unumining yuqoriligi, aralashtirish vaqtining sezilarli darajada qisqarishi, ishning bexatarligidir. Bundan tashqari, rezina aralashtirgichlar boshqa aralashmalarga ishlov beradigan keyingi mashinalarga oson moslashadi; undagi jarayonlarni avtomatlashtirish mumkin. Biroq, rezina aralashtirgichlar valslarga qaraganda ancha yuqori haroratda ishlaydi. Valslarda aralashmalarga ishlov berishda harorat  $55-80^{\circ}\text{C}$  atrofida bo'lsa, rezina aralashtirgichda u  $140^{\circ}\text{C}$  gacha ko'tariladi; rezina aralashtirgichdan chiqishda esa harorat, odatda,  $100-120^{\circ}\text{C}$  bo'ladi. Bunga sabab mashinaning yopiq kamerasidan issiqlikni olib ketishning qiyinligidadir. Shu sababli rezina aralashtirgichni sovitish uchun sovuq suv sarfi valslarni sovitishga qaraganda ko'p bo'ladi.

### **3.4.2. Rezina qorishmalarini tayyorlash qurilmalarining sinflanishi**

Rezina aralashtirgichlar davriy va uzluksiz ishlaydigan turlarga bo'linadi. Davriy ravishda ishlaydigan rezina aralashtirgichlarga komponentlarni yuklash va tayyor aralashmani chiqarib olish davriy tarzda amalga oshiriladigan mashinalar kiradi. Uzluksiz turdagi mashinalarga esa materialni yuklash va tayyor aralashmani chiqarib olish uzluksiz davom etadigan mashinalar kiradi.

Davriy ravishda ishlaydigan rezina aralashtirgichlar bir-biridan o'lchamlari va bir vaqtda yuklanadigan material hajmi, rotorlar ishchi qismining shakli, ularning aylanish chastotasi, yuritmasining quvvati va aralashtirish kamerasida ishlov berilayotgan materialga beriladigan bosim bilan farqlanadi.

Sovitish usuliga ko'ra barcha rezina aralashtirgichlar ikki guruhga bo'linadi. Birinchi guruhga ochiq usulda sovituvchi, ikkinchi guruhga yopiq usulda sovituvchi aralashtirish kamerasi bo'lgan mashinalar kiradi.

Birinchi guruhga keng qo'llaniladigan «Benberi» turidagi rezina aralashtirgich mashinalarni misol qilib keltirish mumkin, uning tuzilishi quyida bayon qilingan. Bu rezina aralashtirgich aralashtirish kamerasining korpusi tashqi tomondan for-sunkalar bilan purkaladigan suv bilan sovitiladi.

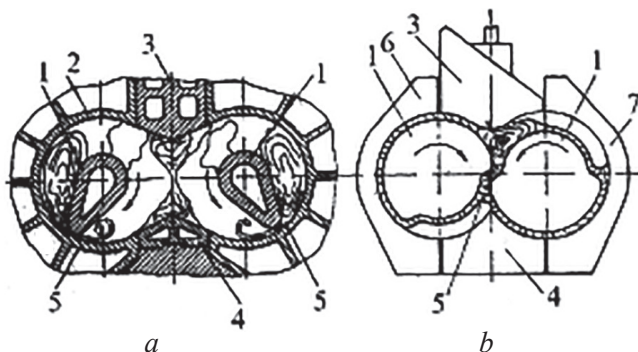
Yopiq usulda sovituvchi aralashtirgichlarda suv aralashtirish kamerasining qobig'iga 0,3–1 MPa bosimda beriladi. Bu guruhdagi mashinalarga Rossiyadagi zavodlarda va «Verner-Pflyayderer» (Germaniya) va «Frensis Shou» (Angliya) firmalarida ishlab chiqariladigan «Intermiks» tipidagi rezina aralashtirgichlar kiradi.

Rotorlar (ishchi kamera shakldor valoklari) ko'ndalang kesimining shakliga ko'ra barcha rezina aralashtirgichlar uchta guruhga bo'linadi: oval, uch qirrali va silindrik valokli.

Oval shaklidagi rotorlari bo'lgan rezina aralashtirgichlar ikki yoki to'rtta qanotga ega bo'lib, Rossiya korxonalarida va ko'plab xorijiy davlatlardagi firmalarda ishlab chiqariladi. Uch qirrali shaklga ega rotori bo'lgan aralashtirgichlar «Verner-Pflyayderer» firmasi tomonidan, silindrik rotorlilari «Frensis Shou» («Intermiks» tipida) firmalari tomonidan ishlab chiqariladi.

**Rezina aralashtirgichlarning tuzilishi.** Rezina aralashtirgichga yuklanadigan material aralashtirish kamerasiga uning yuqori yarmida joylashgan va yuqorigi zatvor yuki bilan yopilib turadigan oyna orqali uzatiladi. Havo silindri ta'siridagi yuk porshen va shtok orqali ishlanayotgan aralashmani 0,6–0,8 MPa bosim bilan bosadi. Materialni yuklash paytida hosil bo'ladigan changni yo'qotish uchun yuklovchi voronkaning ustida zond o'rnatilgan, u tortuvchi ventilatsiya tizimiga ulangan (33-rasm).

Aralashtirish kamerasining ichida ikkita rotor mavjud, ular gorizontal tekislikda joylashgan va bir-biriga qarab aylanadi. Rotorlar vintsimon shaklga ega bo'lganligi sababli aralashmani ishlash va aralashtirish juda samarali kechadi, aralashma uzluksiz tarzda siljish va kesish kuchlari ta'siriga uchraydi. Rotorlarning ichi bo'sh bo'lib, sovituvchi suv yuradi. Rotorlar aralashtirish kamerasining yon ariqchalarida joylashgan va kameradan unga material va qurum tushmasligi uchun turli konstruksiyadagi maxsus zichlovchi moslamalar bilan himoyalangan podshipniklarda aylanadi.



33-rasm. Rezina aralashtirgichda materialga ishlov berish sxemasi: *a* – oval va *b* – silindr shaklidagi rotorli aralashtirgich («Intermiks» tipidagi): 1 – rotorlar; 2 – aralashtirish kamerasining devori; 3 – yuqorigi zatvorning yuki; 4 – pastki zatvor; 5 – materialga ishlov berish zonasi; 6, 7 – kameraning old va orqa yarmi.

Rezina aralashmasini rezina aralashtirgichda ishlash, asosan, ikki sxema bo'yicha amalga oshiriladi: rotorlar va kamera devori orasida (33-rasm, *a*) va rotorlar orasida (33-rasm, *b*).

Aralashtirish jarayonining intensivligi ishlanayotgan materialga yuqorigi zatvor tomonidan berilayotgan bosimga bog'liq: bosim 0,1 dan 0,6 MPa gacha oshganda aralashmani ishlash vaqti 10 daqiqadan 2 daqiqagacha, ya'ni 5 barobar kamayadi. Shu sababli zamonaviy rezina aralashtirgichlarda yuqorigi zatvorning materialga beradigan bosimi 0,6–0,8 MPa gacha bo'ladi. Rezina aralashtirgichda materialga ishlov berish vaqti rotorning aylanish chastotasini oshirish orqali ham kamaytirilishi mumkin, chunki bunda aralashmani deformatsiyalash chastotasi ortadi. Shu sababli yangi ishlab chiqarilayotgan mashinalarda rotorlarning aylanish tezligi uzluksiz oshib bormoqda. Ba'zi firmalar rotorlarining aylanish chastotasi 80 va hatto 100 ayl./daqiq bo'lgan rezina aralashtirgichlarni

ishlab chiqaradi. Biroq, rotorlarning aylanish chastotasi ortishi bilan aralashmaning harorati oshadi va sovituvchi suv sarfi ortadi.

Kauchukni ingrediyentlar bilan rezina aralashtirgichlarda aralashtirish nazariyasi hozircha yetarlicha ishlab chiqilmagan, shu sababli bu mashinalarni loyihalashda paydo bo'ladigan ko'pchilik muammolar har bir xususiy holatga mos tajribalar o'tkazish orqali hal qilinadi. Ma'lumki, agar aralaslima kameraning devorlariga va rotorlarning qirralariga yopishib qolmasa, ya'ni material siljish deformatsiyasiga uchrasa aralashtirish (ingrediyentlarni kauchukda disperslash) yaxshi kechadi. Bu holat yumshoq kauchuklarni ishlashda muhim ahamiyatga ega, bunda siljish kuchlanishi katta bo'lmaydi, aralashma kamera devori va rotor qirralari orasida yaxshi oqadi va ingrediyentlar kauchukka yengil surkaladi. Bunday holatda yaxshi aralashishi uchun yuqorigi zatvor aralashmaga katta bosim bilan bosmasligi kerak.

Yuqori elastiklikka ega qattiq kauchuklarni ishlashda boshqacha vaziyat kuzatiladi. Bunday kauchuk kameraning devorlariga yopishib qolmaydi va kamera devori va rotor orasidagi zazorda siljish deformatsiyasiga uchramasdan sirpanishi mumkin, buning natijasida ishlanayotgan materiallar umuman aralashmaydi yoki aralashtirish jarayoni juda yomon va sekin kechadi. Shuning uchun ham yumshoq materiallarni aralashtirishni jadallashtirish uchun rotorlarning aylanish tezligi oshiriladi, qattiq materiallarni aralashtirishda esa yuqorigi zatvorning bosimi oshiriladi va shu usul bilan aralashmaning sirpanishi kamaytiriladi. Ikkala holatda ham ko'p energiya iste'mol qilinadi va ishlanayotgan aralashmaning harorati oshadi, biroq rezina aralashtirgichning ish unumi ortadi.

**Silindrsimon rotorli rezina aralashtirgichlar.** Ko'rsatib o'tilganidek, silindrsimon rotorli «Intermiks» tipidagi rezina aralashtirgichlar «Frensis Shou» (Angliya) firmasi tomonidan ishlab chiqariladi. «Intermiks» rezina aralashtirgichlarining boshqa yopiq turdagi aralashtirgichlardan farqi uning shakli va rotorlarining konstruksiyasidir.

Bu rotorlar silindrik sirtga ega bo'lib, unda bitta katta vintli bo'rtma va kichikroq o'lchamdagi ikkita vintli bo'rtmalar mavjud. Materialga ishlov berish rotorlar bilan aralashtirish kamerasining devori oralig'ida emas, balki rotorlar oralig'idagi zazorda amalga oshiriladi. Shu sababli devor unchalik ko'p yedirilmaydi. Bir rotorning vintli bo'rtmalari ikkinchi rotor vintli bo'rtmalarining chuqurlariga 3 mm bilan kiradi, shunga mos ravishda valeslarning friksiyasiga mos ravishda bo'rtma va chuqurlar yuzasining aylanma tezliklarida farq paydo bo'ladi. Bulardan tashqari, vintli bo'rtmalar aralashmani bo'ylama yo'nalishda harakatlantiradi va buning natijasida yaxshi aralashtirishga erishiladi.

Rotorlar ikki qismdan iborat: shakldor qism maxsus polatdan quyib yasaladi va val bolg'alangan po'latdan yasaladi. Rotorning shakldor qismlarini alohida quyish rotorning bir xil qalinlikda bo'lishini ta'minlaydi, uning yupqa devorli bo'lishiga imkon beradi va sovitish sharoitlarini yaxshilaydi. Rotorning bu ikkala qismlari o'zaro presslab birlashtiriladi.

### **3.4.3. Rezina aralashtirgichlarning asosiy detallari va uzellarining konstruksiyalari**

Fundamental plita zamonaviy rezina aralashtirgichlarda bir nechta alohida plitalardan yoki asoslardan iborat bo'lib

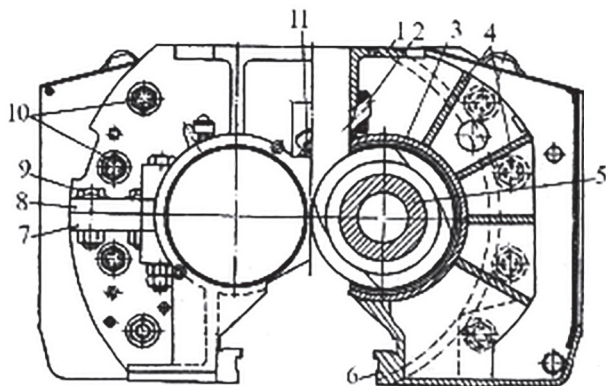
(aralashtirgich, reduktor va elektr yuritma uchun alohida), umumiy temirbeton yoki metall estakadaga o'rnatiladi.

Alohida fundamental plita yoki asos aralashtirgich uchun SCH 15-52 markali cho'yandan tayyorlanadi. Unga aralash-tirish kamerasi o'rnatiladi. Odatda, aralashtirgichning harakat mexanizmi yaxlit bitta plitada joylashadi yoki reduktor bilan elektr yuritma alohida plitalarga o'rnatiladi; ko'pincha reduk-torning yoki blok-reduktorning korpusi shunchalik darajada qattiq va yaxlit bo'ladiki, fundamental plitaga ehtiyoj ham qolmaydi. Ba'zi firmalar rezina aralashtirgichlarni vibroizo-latsiyalovchi tayanchlarga o'rnatishadi. Bunday holatda cho'y-andan quyilgan yoki payvandlangan ramadan yasalgan qattiq fundamental plita zarur bo'ladi.

Rezina aralashtirgichning aralashtirish kamerasi to'rtta qismdan – kameraning silindrik qismini hosil qiluvchi ikkita yarim korpus va korpusning ikkala bo'lagini tores tomondan birlashtiruvchi ikkita yon devordan iborat (34-rasm).

Yarim korpuslar listsimon prokatlangan po'latdan payvand-lanib tayyorlanadi, yon devorlar po'latdan quyib olinadi. Yon devorlar ikkita yarim bo'lakdan (7 va 8) tashkil topgan bo'lib, boltlar bilan mahkamlanadi. Yon devorlarga podshipniklarning korpuslari o'rnatilgan va rotorlarning bo'yinlari aralashtirish kamerasing devoridan o'tgan joyda zazorni zichlovchi mos-lama mahkamlangan. Yon devorlar kameraning korpusiga 16 ta shpilkalar (har bir tomonga 8 tadan) bilan mahkamlangan. Shpilkalar M64 rezbasiga ega bo'lib, 45 markali po'latdan yasalgan. Kameraning ichki silindrik yuzasi ish vaqtida kuchli yedirilishga uchrashi sababli qattiq qotishmadan (HRC bo'yicha qattiqligi 48–55) qalinligi 6 mm qilib yasaladi. Kameraning korpusi tashqaridan bikirlik qovurg'asi (4) bilan





34-rasm. 250–30 turdagi rezina aralashtirgichning aralashtirish kamerasi: 1 – kameraning devori; 2 – yumshatgichlarni uzatuvchi patrubok; 3 – kameraning silindrik qismi; 4 – bikirlik qovurg‘asi; 5 – rotor; 6 – pastki zatvorning tayanchlari; 7 – yon devorlarning pastki yarmi; 8 – yon devorlarning yuqorigi yarmi; 9 – yon yarim devorlarni birlashtiruvchi bolt; 10 – yon devorlarni kameraning korpusiga mahkamlovchi shpilkalar; 11 – termoparalar uchun teshik.

kuchaytirilgan, shuningdek, ular qo‘shimcha sovitish yuzasi ham hisoblanadi.

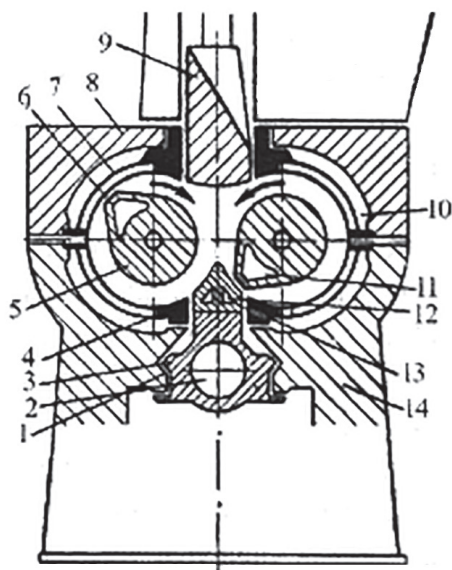
Kameraning korpusi va yon devorlarda yuklash hamda chiqarib olish oynalari mavjud. Yuqorigi yuklash oynasi aralashtirish kamerasining korpusiga o‘rnatilgan yuklovchi qurilma bilan to‘silgan, pastki chiqarib olish oynasi esa sirpanuvchi yoki ko‘tarma turdagi pastki zatvor bilan to‘silgan.

Kameraning korpusida yumshatkichlarni yuklash uchun patrubok (2) va termoparalarni o‘rnatish uchun teshik mavjud. Aralashtirish kamerasi tashqi tomonidan suv bilan sovitiladi.

«Verner-Pflyayderer» firmasi rezina aralashtirgichlarining aralashtirish kamerasi (35-rasm) gorizontal yo‘nalishdagi bo‘-

laklardan tashkil topgan, bu rotorlarning uzellarini montaj va demontaj qilish uchun juda qulay.

Uning yedirilganda almashtiriladigan ichki qobig'i bor. Kameraning yon devorlari yuqorida bayon qilingan konstruksiyalardan shunisi bilan farq qiladiki, unda faqat zichlovchi moslamalar o'rnatilgan, rotorlarning podshipniklari esa kameradan alohida joylashgan ustunlarga o'rnatilgan, bu o'z



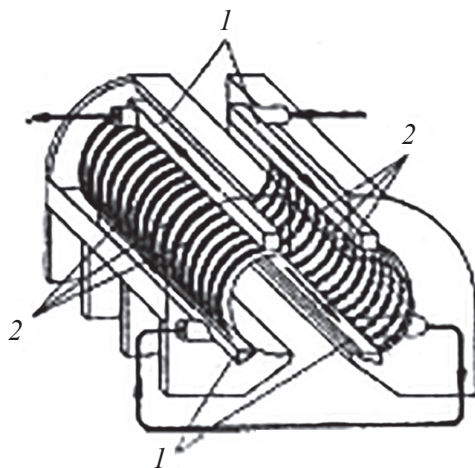
35-rasm. «Verner-Pflyayderer» firmasi rezina aralashtirgichining aralashtirish kamerasi: 1 – sirpanuvchi turdagi pastki zatvorning yo‘nal-tirgichlari; 2 – pnevmosilindr yo‘nilmasi; 3 – sirpanuvchi zatvorning pastki qismi; 4 – aralashtirish kamerasi qobig‘ining pastki qismi; 5 – rotor; 6 – qattiq qotishmali quyma; 7 – aralashtirish kamerasi qobig‘i-ni-ning yuqorigi qismi; 8 – korpusning yuqorigi qismi; 9 – yuqorigi zatvorning yuki; 10 – kamerani sovitish uchun bo‘shliq; 11 – rotorni sovitish uchun bo‘shliq; 12 – pastki zatvorni sovitish uchun bo‘shliq; 13 – pastki zatvor; 14 – korpusning pastki qismi.

navbatida podshipniklar ishlashining harorat sharoitlarini yengillashtiradi.

Rezina aralashtirgichning normal ishlashi va rezina aralashmasining sifati, asosan, materialga ishlov berishda hosil bo'ladigan issiqlikning olib chiqib ketilishiga bog'liq. Shu sababli, Rossiyadagi korxonalar va xorijiy firmalar rezina aralashtirgichlarni issiqlikni tez olib ketuvchi ichki sovitish kanallari bilan ishlab chiqarmoqda.

«Verner-Pflyayderer» firmasi rezina aralashtirgichlarining ikkita yarim bo'lakdan iborat (4 va 7) va sirpanuvchi pastki zatvorli (13) almashtiriluvchi qobiqlarga ega bo'lgan aralashtirish kamerasi. Almashtiriluvchi qobiq mashina korpusining pastki (14) va yuqorigi (8) qismlari oralig'ida flanslar bilan siqilgan.

«Farrel» firmasi aralashtirish kamerasi silindrik qismining tashqi yuzasida parallel kanallari (2) bo'lgan (36-rasm) rezina



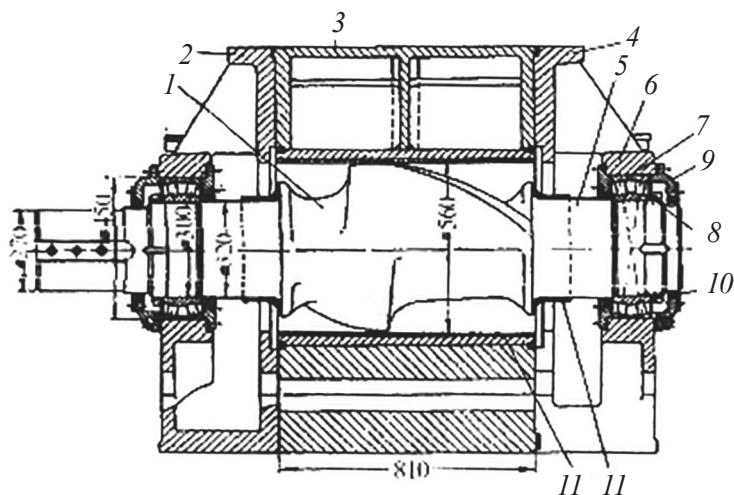
36-rasm. «Farrel» firmasi rezina aralashtirgichining oqimli sovituvchi aralashtirish kamerasi:

1 – kollektor; 2 – parallel kanallar.

aralashtirgichlarni ishlab chiqaradi. Bu kanallar orqali katta tezlikda sovituvchi suv oqadi. U kollektor (1) ga to'planib suvni olib ketish tarmog'iga tashlanadi. Bunday oqimli deb ataluvchi sovitish tizimi, firma bergan ma'lumotlarga ko'ra, aralashmaga ishlov berish vaqtini qisqartiradi va sovituvchi suvni 50% gacha tejaydi.

37-rasmda oval tipdagi rezina aralashtirgichlarning dumalash podshipniklarda ishlovchi rotor keltirilgan. Rotor (1) ZUL-11 yoki 45L-11 markali po'latlardan ichi bo'sh, devorining qalinligi 60 mm qilib quyib olinadi.

Rotorning ishchi qismi vintli sirtlar hosil qilgan ikkita (yoki to'rtta) bo'rtmadan iborat bo'ladi. Qisqa bo'rtmaning



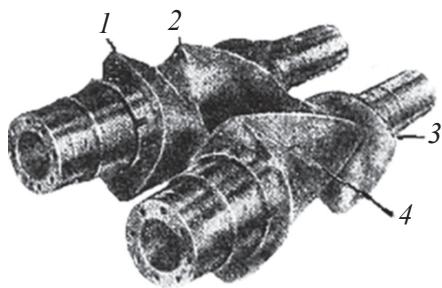
37-rasm. 250–300 turdagi rezina aralashtirgichning oval tipdagi rotor: 1 – rotor; 2, 4 – aralashtirish kamerasining yon devorlari; 3 – aralashtirish kamerasining korpusi; 5 – rotorning bo'yni; 6 – podshipnik korpusi; 7 – ikki qatorli sferik rolikli podshipnik; 8 – gayka; 9 – qopqoq; 10 – sevanitli zichlama; 11 – himoya vtulkasi; 12 – qattiq metalli himoya qatlami.

uzunligi rotor ishchi qismining umumiy uzunligidan 0,4, uzun bo'rtmaniki – 0,7% ni tashkil qiladi. Bo'rtmalarning kuchli yedirilishga uchraydigan qirralari qattiq qotishmadan quyib olinadi; quyib olingan qatlamning qalinligi 6–12 mm, qattiqligi HRC 50–65 ni tashkil etadi. Rotorning bo'yinlari (5) zichlamalardan o'tgan joyida po'lat vtulkalar (11) bilan himoyalangan. Bu vtulkalar rotorlarning bo'yniga presslash usulida o'tqaziladi.

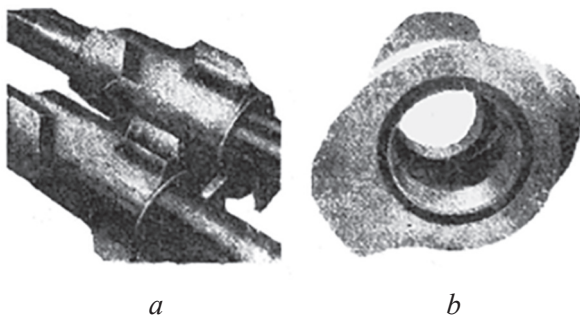
«Farrel» firmasi to'rtta bo'rtmali (1, 2, 3 va 4) ovalsimon rotorli rezina aralashtirgichlarni ishlab chiqaradi (38-rasm). Bunday rotorlardan foydalanish aralashtirgichning ish unumini 30% gacha oshiradi.

Oval tipdagi rotorlarning kamchiligi aralashtirish kamerasining tores devorlariga ta'sir qiluvchi o'q bo'ylab zo'riqishning paydo bo'lishi va o'q yo'nalishida rotorning holatini maxsus rostlash qurilmasi yordamida yoki o'q yuklamasini o'ziga oluvchi dumalash podshipniklarini o'rnatib rostlash zaruratining mavjudligidir.

«Frensis Shou» firmasi silindrik rotorli (39-rasm) spiral bo'lib joylashgan to'rtta bo'rtmali rezina aralashtirgichlarni ishlab chiqaradi.



38-rasm. «Farrel» firmasining oval tipdagi to'rt bo'rtmali rotorli  
(1, 2, 3, 4 – rotorning bo'rtmalari).

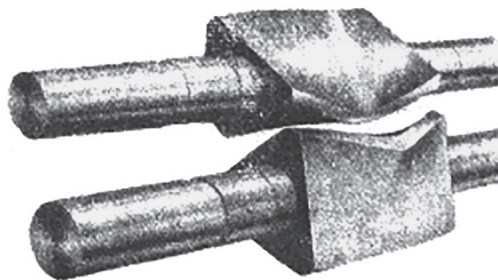


39-rasm. «Frensis Shou» firmasining silindrik rotorlari:  
*a* – yigʻilgan holatdagi rotor; *b* – yigʻma rotorning ishchi qismi.

Rotorlar oʻzaro presslab birlashtirilgan ikki qismdan tashkil topgan. Rotorning shakldor qismi quyma legirlangan poʻlatdan tayyorlanib, termik ishlov beriladi. Rotorning silindrik salfasi bolgʻalangan legirlangan poʻlatdan yasalgan. Rotorlarning bunday shakli materialning ishlanish chogʻida kameraning toresidan markazga qarab surilishiga sabab boʻladi, shu sababli rotorlar oʻq boʻylab zoʻriqishga uchramaydi va ularni oʻq boʻylab oʻrnatish uchun maxsus rostlovchi qurilmalarga ehtiyoj sezilmaydi.

«Frensis Shou» firmasining rezina aralashtirgichida barcha materiallar rotorlar oraligʻidan oʻtganligi sababli kameraning devorlari kam yediriladi va ularni qattiq qotishma bilan qoplashga hojat qolmaydi; qattiq qoplama faqat abraziv xossalarga ega materiallarni ishlovchi mashinalarda qilinadi. Uch qirrali rotorlar «Verner-Pflyayderer» firmasida ishlab chiqarilgan (40-rasm). Bu rotorlar oʻq yuklamasiga nisbatan bir tekisda oʻrnatilgan. Boshqa jihatlari ovalsimon rotorlardagi kabi boʻladi.

Rezina aralashtirgichning normal ishlashi rotorlarning texnik holatiga bogʻliq boʻladi. Ular mashinaning asosiy uze-



40-rasm. «Verner-Pflyayderer» firmasining uch qirrali rotorlari.

li hisoblanadi va og'ir sharoitlarda ishlaydi; ayniqsa bo'rtmalarning qirralari ko'p yediriladi, noto'g'ri foydalanilganda va zichlamalarga qarab turilmasa rotorlarning bo'yinlari ham yedirilib ketishi mumkin. Bo'rtmalar qirralarining yedirilishi aralashmaning yomon aralashuviga va ishlov berish jarayoni-ning cho'zilib ketishiga sabab bo'ladi. Rotorlar bo'yinlarining yedirilishi zichlamalar ishini ham izdan chiqaradi, zichlamalar qurum va rezina aralashmalarini ko'proq o'tkazib yuboradigan bo'lib qoladi. Buning oqibatida bo'yinlarda qirilishlar paydo bo'ladi.

Rotorlar uzoq vaqt xizmat qila oladigan qimmatbaho detallar hisoblanadi, shu sababli ular kapital ta'mirga beriladi. Ta'mirda bo'rtmalarning qirralari va rotorlar bo'ynining yedirilgan qismi, agar ularda chuqur izlar paydo bo'lgan bo'lsa, ko'proq o'yib olinadi va yedirilgan joylarga yangi qattiq qotishma quyiladi.

Zichlamalar rotorlar bo'yni aralashtirish kamerasing devoridan o'tish joyidan qurum va rezina aralashmasining kameradan tashqariga chiqib ketishining oldini oladi. Zichlovchi qurilma mashinaning doim kuzatib va qarab turiladigan eng mas'uliyatli qismidir.

Uzoq vaqt davomida eski konstruksiyadagi rezina aralash-tirgichlarda (ularning kamerasida materialga kam bosim berilgan) friksion yoki salnikli zichlamalardan foydalanilgan, normal ishlashi uchun ularni katta kuch bilan va juda tekis siqish talab etilgan.

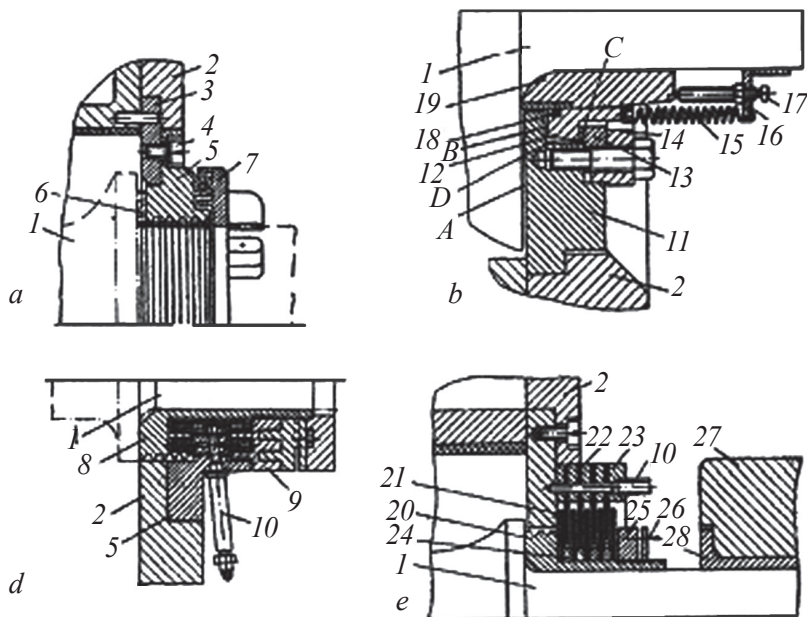
Kameralarda bosim oshishi bilan bu siqish kuchi yetarli bo'lmay qoldi, buning oqibatida ishlanayotgan material rotor bo'yni va zichlamaning orasidagi zazorga oqib chiqqan, bu esa rotorlar bo'ynining tez ishdan chiqishiga va ko'p miqdordagi presslashlarga olib kelgan. Bunday zichlamalarni tozalash va qayta tiklash juda qiyin bo'lgan. Agar friksion va salnikli qurilma ishdan chiqadigan bo'lsa ta'mir vaqti cho'zilib ketgan, bu esa mashinaning uzoq vaqt to'xtab turishiga sabab bo'lgan. Shu sababli barcha korxonalar asta-sekin labirint tipidagi zichlamalarga o'tgan.

41-rasmda 250–300 turdagi rezina aralashtirgichning ikki labirintli zichlamasi ko'rsatilgan. Kameraning yon devorida (2) po'lat halqasi (3) o'rnatilgan, u o'yilgan joyga yon devorning ichki tomonidan kirib turadi. Tores halqasi aralashtirish ka-merasi tomonidan qattiq qotishma bilan qoplangan bo'ladi yoki yuza qismiga termik ishlov beriladi. Tores halqasiga labirint zichlama halqasi (5) vintlar (4) yordamida mahkamlanadi. U ikkita yarim bo'lakdan iborat bo'lib, ichki silindrik yuzali tomonida rotorning aylanish yo'nalishiga teskari vint izlari o'yilgan bo'ladi. Ushbu vint izi sababli rezina aralashmasi rotorning bo'yniga zich o'tqazilgan himoya vtulkasi (6) va halqa (5) orasiga tushgandan keyin rezba izlari bo'ylab yana aralashtirgichning kamerasiga qaytib tushadi. Halqa (5) bundan tashqari rotorning bo'yniga zich o'tqazilgan harakatlanuvchi halqa (7) bilan labirint zazor hosil qiladi. Harakatlanuvchi



halqa bo'yinga vintlar bilan mahkamlanadi va rotor bilan birgalikda aylanadi.

Labirintga tinimsiz ravishda gidravlik zatvor hosil qiluvchi moylovchi material bosim ostida berib turiladi, u qurum va rezinaning zazor orqali o'tishiga to'sqinlik qiladi. Labirintda qurum va rezina aralashmasi xamirsimon massaga aylanadi,



41-rasm. Zichlovchi qurilma: *a* – ikki labirintli; *b* – uch labirintli; *d* – o'zi zichlanadigan; *e* – labirint-plastinkali; 1 – rotorning bo'yni; 2 – kameraning yon devori; 3 – tores halqasi; 4 – vint; 5 – labirint halqa; 6 – himoya vtulkasi; 7 – harakatlanuvchi labirint halqa; 8 – rotordagi vtulka; 9 – gayka; 10 – moylash uchun shtutser; 11 – tores halqasi; 12 – qalquvchi halqa; 13 – friksion halqa; 14 – siquvchi halqa; 15 – prujina; 16 – flanes; 17 – rostlovchi bolt; 18 – siquvchi rezina halqa; 19 – rotordagi himoya vtulkasi; 20 – almashtiriladigan vtulka; 21, 22 – disklar; 23, 24 – distansion halqa; 25 – qirquvchi gayka; 26 – tortuvchi bolt; 27 – podshipnik korpusi; 28 – podshipnik vtulkasi.

u yupqa tasmacha shaklida zichlamadan tashqariga bosib chiqariladi, bu zichlamaning normal ishlayotganidan dalolat beradi. Moylovchi material zichlamaga 5 MPa bosim ostida elektr yuritmadan harakat oluvchi maxsus 12S76–NM nasosi bilan beriladi. Biroq, ikki labirintli zichlamaning ishi vkladishlar ishlab chiqarilganda yoki rotorli podshipniklarda lyuftlar hosil bo'lganda yomonlashadi. Labirintlardagi zazor o'zgaradi va zichlama kameradan qurum va rezinani tashqariga o'tkazib yuboradi.

Ikki tomonlama uch labirintli zichlama ishlab chiqilgan, uning ish tartibi yuqorida bayon qilingan ikki labirintli zichlamaga o'xshaydi. Labirintning uzunligi ancha kattalashadi va zichlamaning chap tomoni tiqilib qolganda o'ng tomoni ishlayveradi, bu esa mashina to'xtab qolishining oldini oladi. Gayka (9) vtulkada (8) o'tirgani sababli, labirintlar ancha qulay sharoitda ishlaydi va rotorning bo'yni yedirilmaydi.

41-*d* rasmda «D.Bridj» firmasining aralashtirish kamera-sida aralashmaga 0,7 MPa gacha bosim berilganda ishlashga mo'ljallangan o'zi zichlanadigan labirintli zichlama ko'rsatilgan. Bu zichlamaning ishlash tartibi quyidagicha. Rezina aralashmasi kameradan D bo'shliqqa siqib chiqariladi va qalquvchi halqani (12) friksion halqaga (13) siqadi. A va B sirt yuzalarining nisbati shunday bo'ladiki, buning natijasida C zazorda kameradagi bosimdan katta bo'lgan va aralashmaning bu zazordan o'tishiga to'sqinlik qiluvchi yuqori bosim hosil bo'ladi. Agar bosim D bo'shliqda normal bo'lsa (aralashtirish kamerasi yuklanmagan bo'lsa), prujina (15) halqani (12) boshqa halqaga (13) siqadi. Moyning bo'shliqqa maxsus nasos bilan yuborilishi natijasida rezina aralashmasi D bo'shliqda yumshagan holatda bo'ladi va quruq qurum uchun to'siq

vazifasini o'taydi. (12) va (13) halqalar orasidagi bir-biriga tegib turgan yuzalar nasosdan suyuq moy bilan moylanadi. Labirint zichlamalar rotorlar dumalash podshipniklarida o'rnatilgan mashinalar uchun samarali hisoblanadi. Sirpanish podshipniklari o'rnatilgan rezina aralashtirgichlarda podshipnikning vtulkasi yedirilib ketsa, labirint zichlamadagi zazor buziladi, bu qurilmalarning samarasi ancha pasayadi.

Sirpanish podshipniklarida o'rnatilgan rotorlari bo'lgan rezina aralashtirgichlar labirint zichlamalarining samarasini oshirish uchun labirint zichlamaning yangi konstruksiyasi ishlab chiqilgan (41-rasm, e), unda ko'pchilik labirint zichlamalarda uchraydigan kamchiliklar yo'qotilgan. Rotorning bo'y-niga (1) almashtiriladigan vtulka (20) o'tqazilgan bo'lib, uning yuzasida yon devorning tores halqasidagi o'yilgan joyga (2) tegib turuvchi rezbasi bor. Bu rezbadan vertikal labirint zichlamaning zazoriga siqib chiqariladigan rezina ichki (21) va tashqi (22) disklar oralig'idan o'tadi. U yerga shtutser (10) orqali moy beriladi. Disklar bir-biridan ma'lum masofada qirquvchi gayka (25) bilan siqilgan distansion halqalar (23) va (24) yordamida ushlab turiladi. Ishlab chiqarishda rotorli podshipnikning (27) vtulkasi (28), disklar (21 va 22) suriladi. Bunda ular labirint zazorni buzmaydi va zichlashish normal amalga oshiriladi.

Barcha labirint zichlamalar faqat moy uzluksiz berib turilganda va rezinaning germetiklovchi qatlami zichlama zazorida xamirsimon holatda bo'lganda, shuningdek, zichlash zazorlari normal bo'lganda rezina aralashtirgichning normal ishlashini ta'minlaydi. Shu sababli zichlamani nazorat qilish va tozalash ishlarini har bir smenada bajarib turish zarur. Rezina aralashtirgichni montajdan yoki zichlamani ta'mirlashdan

keyin ishga tushirganda unga bir-ikki zapravka NK ni yuklab ishga tushirish tavsiya etiladi. Bu davrda tarkibida oltingugurt bo'lgan aralashmani ishlash tavsiya etilmaydi.

#### **3.4.4. Rezina aralashtirgichlar rotorlarining holatini rostlash qurilmasi**

Zamonaviy rezina aralashtirgichlarda rotorni berilgan holatga o'rnatish va o'q zo'riqishlarini qabul qilish radial sferik rolik-podshipniklarni to'g'ri o'rnatish orqali ta'minlanadi. Bunda siqilgan podshipnikda podshipnikning tashqi halqasi yuritma tomonidan siqilgan bo'ladi, qalquvchi podshipnikda esa sovuq suv beriladigan tomondan halqa zazor bilan o'rnatiladi. Ichki halqalarni siqish gaykalar yordamida amalga oshiriladi.

Eski turdagi mashinalarda (masalan, RS-2 rezina aralashtirgichi) va ba'zi xorijiy firmalarning sirpanish podshipniklari bilan ishlaydigan mashinalarida rotorlarni to'g'ri holatda o'rnatish va o'q zo'riqishlarini qabul qilish uchun rostlovchi qurilma mavjud, u rotorning oxirida sovuq suv beriladigan tomonda joylashgan.

Aralashtirgichning ish jarayonida rotorlarning holati va zazorlarning kattaligi muntazam nazorat qilib turilishi zarur.

Rezina aralashtirgichning yuklash qurilmasi aralashtirish kamerasida joylashgan bo'ladi.

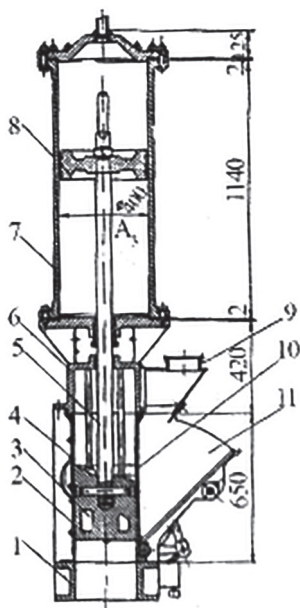
Bu rezina aralashtirgichga bir yo'la barcha o'lchamadagi materialni uzatishga imkon beradi, buning natijasida yuklash vaqti qisqaradi, bu esa qisqa yuklash davrlarida juda ham muhim. 43-rasmda kamera hajmi 71 litr bo'lgan rezina aralashtirgichning yuklash qurilmasi ko'rsatilgan. Aralashtirish kamera-sining yuqorigi tekisligida bo'g'iz (*I*) o'rnatilgan. Unga yuk-

lash voronkasi (11) ning korpusi mahkamlangan bo'lib, uning yon devorlari cho'yandan quyib yasaladi, old devori va ko'tarma eshigi (10) listsimon metall dan yasaladi. Eshikni ikki tomonlama ta'sir qiluvchi havo silindri richaglar tizimi orqali boshqaradi; eshik ochilganda uning urilmasligi uchun rezina tayanchlar qo'yilgan.

U yuklash voronkasi va yuqorigi zatvordan iborat bo'ladi. Materialni yuklash davrida aralashtirish kamerasining hajmini oshirish maqsadida zamonaviy mashinalarda yuklash voronkasi va kamera orasida balandligi 170–500 mm bo'lgan bo'g'iz o'rnatilgan bo'ladi.

Aralashtirgichga yuklashda sex binosiga changiydigan materiallar kirishining oldini olish uchun voronkaning bo'shlig'idan tortuvchi mahalliy so'rgichli ventilatsion qurilma o'rnatilgan. Bo'g'izning orqa devori olinadigan va ochiladigan

eshik (4) shaklida qilingan; u rezina aralashtirgichning yuklash qurilmasini tozalash va pastki qismini ko'zdan kechirish uchun mo'ljallangan. Rezina aralashtirgich avtomat o'lchash tizimi bilan ishlaganda bo'g'iz-



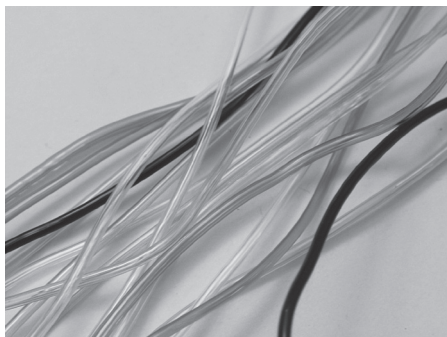
42-rasm. Rezina aralashtirgichning yuklash qurilmasi: 1 – bo'g'iz; 2 – yuk; 3 – yukni sovitish bo'shlig'i; 4 – yuklash voronkasining orqa eshigi; 5 – shtok; 6 – salnikli quti; 7 – havo silindri; 8 – porshen; 9 – ventilatsion tortma; 10 – ko'tarma eshik; 11 – yuklash voronkasi.

ning orqa devoriga qurumni yuklash idishi qo'yiladi. Yuklash voronkasining yuqorigi qismiga salnikli quti (6) va yuqorigi zatvorning havo silindri (7) mahkamlanadi.

Yuk (2) cho'yandan quyilgan bo'lib, havo silindrining (7) shtokiga (5) o'tqaziladi va shu bilan aralashtirgichning yuqorigi zatvorini hosil qiladi. Yukning konfiguratsiyasi mashinaning konstruksiyasiga bog'liq. Yukning ichida ba'zan sovituvchi suvni uzatuvchi bo'shliq mavjud bo'ladi.

Havo silindri (7) yuqorigi zatvorning ishini boshqaradi va porshen (8), shtok (5) va yuk (2) orqali kameradagi aralashmaga bosim beradi. Silindr quyma yoki panvand konstruksiyali bo'lishi mumkin.

Yuqorida ta'kidlanganidek, aralashtirish vaqtining davomiyligi aralashmaga beriladigan bosimga bog'liq bo'ladi. Bosim qancha katta bo'lsa, aralashtirish vaqti shuncha qisqaradi, shu sababli hozirgi vaqtda ishlab chiqarilayotgan barcha rezina aralashtirgichlarda aralashmaga beriladigan bosim 0,6–0,8 MPa gacha oshirilgan. Bunga havo silindriga berilayotgan siqiq



*43-rasm.* Turli sohalarda ishlatilishi mo'ljallangan mustahkam rezina tovarlar: rezina shlanglar, rezina qo'lqoplar.

havo bosimini 0,8–1 MPa gacha oshirish va buning natijasida havo silindri diametrining kattalashishi orqali erishiladi. Masalan, 250–30 rezina aralashtirgichidagi aralashtirish kamerasining va yuklash oynasining o'lchamlari, xuddi oldin chiqarilgan RS-2 rezina aralashtirgichidagi kabi bo'ladi. Aralashmaga beriladigan bosim esa havo silindriga beriladigan havoning bosimi bir xil bo'lganda (0,9 MPa) mos ravishda 0,66 va 0,10 MPa ni tashkil etadi. Bu 250-30 aralashtirgichi havo silindrining diametri 500 mm, RS-2 niki esa 190 mm ekanligi bilan izohlanadi.

Silindrga siyiq havo berish tizimi porshen chekka holatda bo'lganda havo yostiqlashi paydo bo'lishini ta'minlaydi, bu esa uning qopqog'i va silindr tubiga urilishining oldini oladi. Bunday silindrni rostlashni qo'lda yoki avtomat tarzda amalga oshirish mumkin.

### **Nazorat savollari**

1. Tayyorlangan rezina qorishmalari qanday talablarga javob berishi kerak?
2. Tabiiy kauchuk va guttapercha qanday tuzilgan?
3. Tabiiy kauchuk asosida olingan rezinaning muhim xossalari.
4. Butadiyen kauchuklarning markalari va fizik xossalari.
5. Rezina qorishmalarni valsda tayyorlashni tushuntiring.
6. Tabiiy va sintetik kauchuk haqida ma'lumot bering.
7. Tabiiy kauchuk asosida olingan rezina qanday xossalari bilan ajralib turadi?
8. Rezina aralashmasi necha xil usullarda tayyorlanadi?
9. Bir va ikki bosqichli usulda rezina tayyorlashning o'ziga xos tomonlari nimada?
10. Yopiq tizimda rezina aralashtirgichlarda rezina tayyorlash jarayonini tushuntirib bering.

11. Rezina qorishmasini bir bosqichda va ikki bosqichda tayyorlash texnologik jarayonlari.
12. Rezina qorishmalarini sovitish usullarini ayting.
13. Sovitish usuliga ko'ra barcha rezina aralashtirgichlar necha guruhga bo'linadi?
14. Rezina aralashtirgichlarning tuzilishini tushuntiring.
15. Rezina aralashmasini aralashtirish jarayonining intensivligi nimalarga bog'liq?
16. Silindrsimon rotorli rezina aralashtirgichlarning ishlash jarayonini tushuntiring.
17. Rezina aralashtirgichlarning asosiy detallariga nimalar kiradi va ularning ishlash prinsiplari qanday?
18. Rezina aralashtirgichdagi rotorlarning vazifasini tushuntiring.
19. Rezina aralashtirgich yuklash qurilmasining ishlash prinsipi.
20. Aralashtirish vaqtining davomiyligiga bosimning ta'siri qanday bo'ladi?



---

---

## 4-BOB.

### LOK-BO‘YOQ MATERIALLAR TEXNOLOGIYASI

#### 4.1. LOK-BO‘YOQ MATERIALLARI HAQIDA TUSHUNCHA VA ULARNING TASNIFI

Bo‘yoqlar ilk marotaba qachon qo‘llanilganligi haqida aniq ma’lumotlar yo‘q, leqin qadimgi davlatlardan Vavilon, Misr, Gretsiya va Italiyada bundan bir necha ming yillar avval ulardan foydalanilgan (44-rasm).

Bu bo‘yoqlar toza moyli bo‘yoqlar bo‘lgan, hayvonlar yog‘laridan va tabiiy pigmentlardan (marganes oksidi, temir oksidi) foydalanilgan.

Suvli-dispersion bo‘yoqlarni rasman birinchi bo‘lib XX asrda nemis kimyogari Fris Klatte yaratdi. 1940-yillarning oxirlariga kelib yangi turlari, ya’ni akrilli bo‘yoqlar izlab topila



*44-rasm. Ilk bo‘yoqlardan foydalanib chizilgan rasmlar.*

boshlandi. 1960-yilda amerikalik rassom Leonard Boku akrilli bo'yoqlarni keng qo'llashni anchagina rivojlantirdi.

1980-yillardan boshlab sobiq Ittifoqda suvli-dispersion bo'yoqlarning butadiyen-stirolli va akrilli turlari magazinlarda sotila boshlangan.

Suvli-dispersion bo'yoqlar ichida akrilli bo'yoqlardan juda ham keng foydalaniladi.

Mustaqillikka erishganimizdan so'ng O'zbekistonda ham lok-bo'yoq materiallari ishlab chiqarilmoqda. «Uz-DongJu Paint Co», «Lok bo'yoq servis», «Lok Kolor Sintez» zavodlarini misol qilib keltirish mumkin.

**Emulsion bo'yoqlar tarkibi.** Pardoatlanadigan yuzalarga yupqa qatlam ko'rinishida surtiladigan va quriganidan keyin asosga mahkam yopishib qoladigan parda hosil qiladigan tarkiblar umumiy nom bilan *lok-bo'yoq mahsulotlari* deb ataladi. Hosil bo'lgan zich, qattiq va mustahkam (pishiq) parda lok-bo'yoq yoki *bo'yoq qoplamasi* deyiladi. Surtilgan bo'yoq qatlamining qalinligi, ishlatilgan material turiga qarab, 60–500 mkm qalinlikda bo'lishi mumkin.

Lok-bo'yoqlar bir necha komponentdan, ya'ni quruq modda (pigmentlar va to'ldiruvchilar), bog'lovchi modda (aliflar, polimerlar, yelimlar), erituvchilar, suyultiruvchilar va turli qo'shimchalardan tashkil topgan.

Bo'yoqlar tarkibida polimer moddalardan butadiyen-stirol, stirol-akrilat, akrilat yoki versatat bo'lishi mumkin. Bo'yoqlar oq rangli bo'lishini oq pigmentlar – rux oksidi yoki titan oksidi ta'minlaydi. Bo'yoqlar ishlab chiqarishda bo'r to'ldiruvchi vazifasini bajaradi. Bu vazifani yana barit, kalsit, talk, slyuda minerallari ham bajarishi mumkin. Bo'yoqlarning quyuq-suyuqligini ta'minlashda maxsus quyuqlashtiruvchi moddalar

qo'shiladi. Quyuqlashtiruvchi sifatida NaKMS – natriy karboksimetilselluloza ishlatilishi mumkin.

Suvli-dispersion bo'yoqlarning tarkibi: suv – 50 %, pigment va to'ldiruvchilar – 37%, plastifikatorlar – 7%, boshqa qo'shimchalar – 6 %.

Suvli-dispersion bo'yoqlar uchun qo'shimchalar: emulgatorlar (difinil, sirt aktiv moddalar); dispergatorlar, pigmentlar va to'ldiruvchilar (masalan, natriy geksametafosfat); quyuqlashtiruvchilar (selluloza efiri, metakril kislotaning sopolimeri); tiksotrop moddalar (bentonit, aerosil); korroziyaga qarshi himoya vositalari ( $\text{NaNO}_2$   $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ ).

Turli yuqori sifatli qurilish materiallari olish uchun xomashyo aralashmasini g'ovaklashtirish muhim. Bunga yuqorida aytib o'tilgan usullar yordamida aralashmaga texnik usulda olingan ko'pik yoki ko'pik hosil qiluvchi qo'shish bilan va uni intensiv aralashtirgan holda disperslangan havo pufakchalarini hosil qilib erishish mumkin. Suvli-dispersion bo'yoqlar ishlab chiqarish texnologiyasi to'rt boshqichda amalga oshiriladi:

- polimerlar bilan pigment va to'ldiruvchilarning suvli-dispersion birikma hosil qilishi;
- pigment pastasini dispergatsiyalash;
- qo'shimcha komponentlar kiritish;
- tayyor aralashmani filtrlash va qadoqlash.

Dispergatsiya suyuq yoki qattiq jismni ingichka holatgacha maydalash jarayonidir. Bu jarayonda aerazol, suspenziya, kukun va emulsiya usullaridan foydalaniladi. Bu jarayon maxsus dispergator – sharli tegirmonda amalga oshiriladi. Jihozning ishlashi vertikal va gorizontal kameralarda komponentlarni maydalashga asoslangan.

Dispergatsiya jarayoni tugagandan so'ng aralashtirgich o'rnatilgan dissolver idishga tushiriladi va komponentlar qo'shib uni intensiv aralashtirib turiladi. Jarayon taxminan 20–30 daqiqa borishi mumkin. Bu vaqt dispergator va dissolverning xususiyatiga, aralashmadagi komponentlarning miqdori va xossasiga qarab o'zgarishi mumkin.

Yuqoridagi boshqichlar tugagandan so'ng filtrlangan tayyor bo'yoq qadoqlanadi. Barcha jarayonlar +5 dan past bo'lmagan haroratda amalga oshirilsa bo'yoq o'zining xossasini yo'qotmaydi.

Suvda eriydigan bo'yoqlarning xossalari bog'lovchi sifatida qanday polimer ishlatilganiga bog'liq.

Masalan yupqa parda hosil qiluvchi toza akril asosida olinadigan bo'yoqning sifati yaxshi bo'lib, u o'z xossalarini yaxshi saqlaydi, intensiv ultrabinafsha nurlanishiga chidamli, shu xossasiga ko'ra tashqi muhitga (atmosfera) chidamliligi uchun alkidli bo'yoq materiallaridan ustun.

Yupqa parda hosil qiluvchi materiallarning keng tanlovidan lateks asosida bo'yoq materiallar tayyorlanadi, ishlatilishi oddiyligi va tez qurishi bilan farqlanib turadi, uchuvchi moddalarning yo'qligi uni ekologik toza mahsulotlar qatoriga kiritadi.

Bog'lovchi moddaning tarkibi ko'rsatilmaydi, chunki iste'molchini bu qiziqirtmasligi mumkin. Bo'yoq sotib olinganda nimaga qo'llanishini o'ramiga qarab olinishi kerak.

Bo'yoq quriganidan so'ng, ustki qatlamida hosil bo'lgan yupqa parda himoya xossasiga ega, ya'ni bu qatlam asosni saqlaydi va vizual qulaylikni ta'minlaydi, xuddi shu narsa bo'yoqni ishlatish uchun qulayligini ko'rsatib beradi. Qoplanish darajasi eng asosiy xususiyatlaridan biri bo'lib, har xil bo'yoqlarni obyektiv taqqoslash xossasini ko'rsatadi (45-rasm).



45-rasm. Bo'yoqlar katalogi.

G'arb-Yevropa firmalarining ko'p mahsulotlari xalqaro standartga to'g'ri keladi. Masalan, IS 6504\I, bu yerda: IS-qoplanish darajasi, 6504-qoplanish sirti, I – 1 litr bo'yoq ( $\text{m}^2/\text{l}$ ).

Bunda bo'yoq qora va oqqa bo'yalgan asosni 98% qoplashi kerak. Ba'zi hollarda maydon qoplash ko'rsatkichi ko'rsatilmaydi, sarf bo'lish ko'rsatkichi ko'rsatiladi. Bu ko'rsatkich aniq bo'lmay, qoplanish maydoni sirtiga qarab bo'yoqning sarf bo'lishi o'zgaradi. Shu sababga ko'ra ko'rsatilgan raqamlarga ko'ra ehtiyotlik bilan qarash lozim. Masalan, bir xil bo'yoq olib har xil bo'yalish sirtida qo'llab ko'rilsa ushbu ko'rsatkich ancha farq qiladi ( $10\text{--}13 \text{ m}^2/\text{l}$ ). IS 906504 bilan oldin bo'yalgan maydon sirti bo'yalsa  $10\text{--}12 \text{ m}^2/\text{l}$ , shpatlyovka bo'lgan maydon bo'yalsa  $7\text{--}9 \text{ m}^2/\text{l}$ , shtukaturka bo'lgan maydon bo'yalsa  $3\text{--}5 \text{ m}^2/\text{l}$  bo'yoq sarflanadi.

Bo'yoq sarf bo'lishi mahsulotlarning chidamliligi, bo'yash texnologiyasi, qurollar va ishchi klassifikatsiyasiga bog'liq.

Lok-bo'yoq mahsulotlarining chidamliligi deyilganda, suvga, yuvilishga, ishqalanishga, kimyoviy reagentlar va zamburug' hosil qilmaslikka chidamliligi tushuniladi.

Ushbu ko'rsatkichga qarab, kerakli bo'yoqni olish mumkin. Ayrim suvda eriydigan bo'yoqlar ba'zida yaltiramaydigan ko'rinishda chiqariladi.

Suvga chidamlilikni yuvish chidamliligi bilan sinaladi. Faqat farqi shundaki, bo'yalgan sirtning namlangan mato bilan artiladi. Bu guruhga po'panak hosil bo'lishiga qarshilik ko'rsatadigan bo'yoqlar kiradi. Ularning tarkibida fungitsidli qo'shimchalar bo'ladi.

Barcha suvda eriydigan bo'yoqlarda suvga chidamli tarkiblar yuvishga yuqori chidamliligi bilan ajralib turadi.

Suvli-dispersion materiallar muzlagandan keyin o'z xususiyatini yo'qotadi, shuning uchun qish faslida ularni issiq binolarda, termostat furgonlarda olib yurish mumkin. Shuning uchun bunday materiallarni qish faslida ochiq qurilish bozorlaridan sotib olish mumkin emas.

Istisno tariqasida ayrim firmalar qish sovug'iga chidamli xossalarni namoyon qiladigan suvda eriydigan bo'yoqlarni ishlab chiqaradi. Ular ishqor va kislotalar ta'siriga kimyoviy jihatdan ancha chidamli hisoblanadi.

Moy bo'yoqlar ishqor eritmasiga tegsa bo'yoq rangi o'zgaradi.

Masalan, havorang bo'yoq ishqoriy muhitda rangsizlanadi. Ishqorga barqarorligi juda yuqori bo'lganlarining tarkibida oxra, mumiyo, marganes peroksidlari bo'ladi, sun'iyalaridan esa

xrom oksidi organik ranglar qizil va sabzi rang, titan belilasini misol keltirish mumkin. Kislotaga barqaror bo'yoqlar ishlab chiqarilishi uchun faqat kislotaga chidamli maxsus ranglar ishlatiladi (titan belilasi, xrom oksidi, qora qalam).

## **4.2. LOK BO'YOQLARNI TEXNOLOGIK BO'YASH JARAYONI TASNIFI**

Lok bo'yoqlarni texnologik bo'yash jarayoni har xil usullar bilan amalga oshiriladi. Lok bo'yoqlarni bo'yash jarayoni quyidagilarga bog'liq: bo'yoq qilishdan oldin sirtni tayyorlash; lok bo'yoqlar bilan bo'yash; lok bo'yoqlarning qotishi.

Mazkur talablar sifat va uzoq chidamliligiga ta'sir qiladi. Lok bilan bo'yash oldidan sirtni tayyorlash lozim. Lok bo'yoqlarni ishlatish sifati 80% sirtni yaxshilab tayyorlashga bog'liq.

Sifatsiz sirtni tayyorlash esa himoya qatlamining buzilishiga olib keladi va quyidagilarga sabab bo'ladi: adgeziya sifatining buzilishi; korroziya jarayonining rivojlanishi; lok bilan bo'yalgan maydonning yorilishi va qatlamlarga ajralishi; dekorativ xossalarning buzilishi.

Ko'p yillarga chidamliligi sirtning tozaligiga ham bog'liq bo'ladi. Lok bo'yash sharoiti (namlik, zaxlik) ham sifatiga va uzoq muddatga chidamliligiga ta'sir qiladi. Namlik va zaxlik darajalari e'tiborga olinmasa, bo'yalgan sirtida har xil nuqsonlar paydo bo'ladi. Bu esa tashqi ko'rinishni buzadi va uzoq muddatga chidamlilikni pasaytiradi.

Qotish tartibi himoya va fizik-mexanik xossalarga ta'sir qiladi. Issiq qotish natijasida sirtlar iqlim omillari va agressiv muhitlarga barqaror bo'ladi. Yuqori darajada bo'yash uchun



sirtni qalin va zich qoplash talab etiladi. Chunki u material sirtiga agressiya agentlarning kirish tezligiga ta'sir qiladi.

Shuning uchun bo'yayotganda atrof-muhitni ham hisobga olish talab etiladi. Masalan, qishloq sharoiti uchun – qalinligi 120 mkm; sanoatda – 150 mkm; dengizda – 200 mkm; kimyoda 300 mkm ni tashkil etishi maqsadga muvofiq.

Ayrim hollarda bo'yash qalinligini oshirganda ham uni korroziyaga chidamli deb bo'lmaydi. Qalin bo'yalgan sirtlarda ichki yorilmalar paydo bo'ladi.

Sirt ustini lok bilan bo'yashda qovushqoqligi katta ahamiyatga ega. Qovushqoqlikni viskozometr bilan aniqlanadi.

Asosiy masala shundaki, bo'yalgan metall plastinkada lok qoplashda buzilish jarayoni kuzatilmaydi. Adgeziya – lok qoplamalarning loklangan sirt bilan mahkam yopishish qobiliyati. Adgeziya o'lchamida qoplamaning mexanik va himoya xossalari bog'langan. Adgeziyani aniqlash uchun uchta standart uslublar mavjud: suvga chidamliligi – chuchuk va dengiz suviga chidamliligi; sovuqqa chidamliligi – lok bo'yoqlarni bir necha marta muzlatib eritilgandan so'ng o'z fizik-mexanik xossalarini saqlab qolishi; issiqlikka chidamliligi mumkin bo'lgan darajada qoplama o'z vazifasini aniq vaqt mobaynida bajarishi.

PF-115 emali sirtni 60–80°C darajagacha himoya qiladi.

Atmosferaga chidamlilik – uzoq vaqt mobaynida himoya va dekorativ xossalarni saqlash.

Lok xizmat qilish muddati iqlim va sharoitlarga bog'liq. Lok qoplamalar dekoratsiya xossalarining yo'qotilishi, buzilishlariga yaltiroqliligi, ranglarning o'zgarishi va boshqalar kiradi.

*Polimer bo'yoqlar* – bu polimer eritmadagi quyuq pigmentlar. Fasad bo'yoqlariga yaxshi jihatlar bilan ajralib turadigan



bo'yoqlar kiradi. Bular kremniy organik emali, perxlorvinil bo'yoqlar, epoksilamid kompozitsiyasi. Atmosfera ta'siriga chidamliligi uchun fasad bo'yoqlari binolarda 10–12 yilgacha saqlanadi. Changlarni esa suv bilan yuvish mumkin.

Lok-bo'yoq materiallar o'zining ikkita asosiy belgisiga ko'ra tavsiflanadi:

- kimyoviy tarkibi (parda hosil qiluvchi moddaning turi);
- ishlatilish sohasiga ko'ra.

Lok-bo'yoq materiallar o'zining ishlatilish joyiga qarab quyidagi guruhlariga bo'linadi:

- atmosfera ta'siriga chidamli;
- bino ichida chidamli;
- maxsus;
- har xil muhit ta'siriga chidamli;
- issiqlikka chidamli;
- elektroizolatsion;
- gruntovkalar;
- shpatlyovkalar.

Lok-bo'yoq materiallarini belgilashda avval ularning nomi to'liq yoziladi, so'ngra shu materialdagi asosiy parda hosil qiluvchi moddaning GOST ga binoan ikki harfdan iborat qisqartirilgan nomi keltiriladi: masalan, lok, emal (nitrosinkli), gruntovka (gliftalli) va hokazo.

Parda hosil qiluvchi modda nomidan keyin raqamlar (sonlar) yordamida materialning asosiy ishlatiladigan joyiga qarab uning guruhi va shu material uchun uning tartib raqami yoziladi. Masalan, lok (bino ichida ishlatiladigan poliefirli lok), gruntovka (gliftalli gruntovka) va h.k.

### 4.3. EMULSION BO'YOQ TURLARI

Lok-bo'yoq sanoati texnikaning turli sohalarida keng qo'llaniladigan ko'plab xilma-xil lok-bo'yoq materiallarini ishlab chiqaradi. Ular ishlatilishiga ko'ra asosiy, ikkinchi darajali va yordamchi materiallarga bo'linadi. Lok-bo'yoq materiallarining asosiy turlariga loklar, polituralar, bo'yoqlar, emallar, gruntovkalar, shpatlyovkalar kiradi. Ikkinchi darajali mahsulotlarga esa alifmoylar, sikkativlar, erituvchilar, suyultirgichlar; yordamchi materiallarga qotiruvchilar, initsiatorlar, tezlatgichlar, stabilizatorlar va boshqalar kiradi.

Loklar buyumlar va yuzalarni pardozlash, shuningdek, qurilish konstruksiyalari sirtida ularni korroziyadan himoyalaydigan, issiqlik, elektr tokini o'tkazmaydigan va boshqa xildagi himoya pardalari hosil qilish maqsadida ishlatiladi. Pardozlanadigan yog'ochning teksturasini saqlab qolish uchun lok pardasining rangi va tiniqligi muhim rol o'ynaydi. Loklarni bo'yoqchilikda ishlatiladigan qovushqoqlikda suyultirish uchun turli erituvchilardan foydalaniladi, chunonchi: uayt-spirt, skipidar, toshko'mir solventi, ma'lum raqam bilan belgilanuvchi erituvchilar. Loklar buyumlar sirtiga cho'tka, mo'yqalam va tampon yordamida surtiladi, shuningdek, purkaladi, quyiladi hamda buyum lokka botirib olinadi. Moy-smolali, bitum-pekli, nitrosellulozali va boshqa turdagi loklar ishlab chiqariladi.

Politura tarkibida 10–20% parda hosil qiluvchi modda (shellak) va 80–90% spirt bo'lgan lokdir. Polituradan yog'och buyumlarni jilolashda foydalaniladi; politura qurigandan keyin buyum sirtida ko'zgudek yaltiroq, qattiq, tagidan yog'och teksturasi ko'rinib turadigan shaffof, silliq parda hosil qiladi.

BK-1 markali (qizg'ish-jigarrang) polituralar, HIJ-519 markali nitrosellulozali politura, shuningdek, shellakli politura (shellakning spirtidagi 10–20% li eritmasi) eng ko'p tarqalgan. Shellakli politura buyumga surtilgandan keyin bir soat ichida quriydi. Polituralar buyumni jilolashni tezlatadi, politura shellakli lok pardasi ustidan beriladi.

Rangtasvir loklari smolaning pinendagi 30% li eritmasidan iborat. Loklarning quyidagi turlari mavjud: mastika loki, dammar lok, pista loki, akril-pista va kopal loki.

Mastika loki mastika smolasining pigmentdagi 30% li eritmasi, u moybo'yoqlar uchun qo'shimcha sifatidagina emas, balki qatlamli rangtasvirda retush lok o'rnida ishlatiladi. Mastika loki moybo'yoq va tempera rangtasviri uchun qoplovchi lok sifatida ham ishlatiladi.

Dammar lok dammar smolasining pinendagi 30% li eritmasi hisoblanadi. Dammar lok bo'yoqlar uchun qo'shimcha va qoplovchi lok sifatida ishlatiladi. Uzoq vaqt saqlanganda o'zining shaffofligini yo'qotadi, lekin qurigandan so'ng pinen o'chib ketgandan keyin u yana o'z holiga qaytadi. Lokni eritish uchun pinen ishlatiladi.

Kopal lok kopal smolasining zig'ir moyi bilan pinenda eritilgan eritmasi hisoblanadi. Rangi to'q tusli. Lokning taxminiy tarkibi quyidagicha: kopal – 20, moy – 40, pinen – 40. Lok bo'yoqlarga qo'shimcha sifatida ishlatiladi. Kopal lokining qurigan plyonkasi organik eritgichlarda erimaydi (5-jadval).

Yuqoridagi loklardan tashqari, moyli-balzamlı, kedrli, balzam-penta moyli va pixta loklari ham ishlab chiqariladi.

Kartinalarni lok bilan qoplash juda katta ahamiyatga ega. Lok bilan qoplangan kartinadagi bo'yoqlarning toni intensiv bo'ladi. Lok bilan qoplangan bo'yoq qatlamı yoqimli jılva

beradi, shu bilan birga aniq ko‘rinadi, mayda detallar ham ko‘zga tashlanadi. Lok qatlami faqat optik rol o‘ynab qolmasdan, balki bo‘yoq qatlamini havoda mavjud bo‘lgan agressiv reagentlar ta‘siridan saqlaydi. Bunday agressiv reagentlarga vodorod sulfid va sulfat gazlari kiradi. Ular ta‘sirida ba‘zi bo‘yoqlar juda tez to‘qlashib ketadi. Kartinalar ishlab bo‘lingandan keyin bir yildan so‘ng lok bilan qoplanadi.

Shu davr mobaynida kartina juda ehtiyotkorlik bilan saqlanishi lozim. Kartinani lok bilan qoplangandan so‘ng yaltirash paydo bo‘lishini kamaytirish uchun lokni yangi pinen (suyultirgich №4) bilan suyultirish kerak. Bu aralashma 1:1 nisbatda olinadi. Bu nisbatni olishda yil fasllariga ham e‘tibor beriladi. Masalan, sovuq vaqtlarda suyultirgich ko‘proq qo‘shiladi. Ish jarayonida lok sekin qurishi lozim bo‘lib qolsa, unga uayt-spirt (suyultirgich №2) qo‘shiladi.

Kartina lok bilan qoplanganidan so‘ng nam havo va past haroratdan ehtiyot qilish lozim.

*5-jadval*

#### Loklarning xossalari

| Markasi | Rangi<br>(yodomet-<br>rik shkala<br>bo'yicha)            | 3-darajasiga-<br>cha qurish<br>vaqti, soat,<br>ko'pi bilan | Qovush-<br>qoqligi,<br>B3–4<br>bo'yicha | Eng maqbul<br>parda hosil<br>qilish uchun<br>material<br>sarfi, g/m³ |
|---------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|         |                                                          | 20°C haroratda                                             |                                         |                                                                      |
| 1       | 2                                                        | 3                                                          | 4                                       | 5                                                                    |
| ГФ-166  | Och rang;<br>to'qlik dara-<br>jasi 400 dan<br>ortiq emas | 48                                                         | 40–60                                   | 100–120                                                              |

*Jadvalning davomi*

| 1                 | 2                                   | 3                                                              | 4      | 5       |
|-------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|---------|
| ПФ-283            | To'qlik darajasi 300 dan ortiq emas | 36                                                             | 40–60  | 100–120 |
| ПФ-170            | To'qlik darajasi 300 dan ortiq emas | 72                                                             | 40–60  | 110     |
| ПФ-171            | 376                                 | 48                                                             | 60–80  | 100     |
| (morskoy)<br>A; B | Qora                                | 24,32<br>(B uchun)                                             | 72–120 | 70      |
| XC-76             | Rangsiz                             | 3                                                              | 20     | 350     |
| XB-784            | 7 dan to'q emas                     | 1                                                              | 20–35  | 200     |
| ЭП-730            | 15 dan to'q emas                    | 1 dan ortiq emas (150°C haroratda 5-darajagacha qurishi uchun) | 11–14  | –       |

*Bo'yoqlar* deb, mayin maydalangan pigmentlar va to'ldiruvchilarning parda hosil qiluvchi moddalar eritmalari bilan ma'lum nisbatdagi aralashmasiga aytiladi. Parda hosil qiluvchi moddaning xiliga qarab bo'yoqlar yelimli, moyli, emulsion, emalli va boshqa bo'yoqlarga bo'linadi.

Parda hosil qiluvchi moddalar eritmasiga pigmentlar qo'shilganda, u qoplamaga pigmentlar rangiga bog'liq bo'ladigan xiralik va rang beradi. Pigmentlar qoplamalarning boshqa xossalari ham o'zgartiradi.

Odatda bo'yoqlarning himoya xossalari sof parda hosil qiladigan loklarning himoya xossalaridan ancha yuqori turadi. Bo'yoqlarning himoya xossalari anorganik pigmentlar qo'shib oshiriladi.

Bo'yoqlar va ular hosil qilgan qoplamalar qator talablarga javob berishi kerak. Yaxshi quyiluvchanligi, tez qotishi, yaxshi adgeziyalanishi va tashqi ta'sirlarga chidamli bo'lishi kabi xossalardan tashqari, ular ma'lum rangga, qattiq zarralarning (pigment va to'ldiruvchilarning) disperslik darajasiga, yuqori darajada berkituvchanlikka va uzoq vaqt saqlanish kabi xossalarga ham ega bo'lishi kerak.

*Yelimli bo'yoqlar* deb, oqsilli yelimlar: kazein va glyutin yelimlarining suvdagi eritmasiga qorilgan pigmentlar aralashmasiga aytiladi. Yelimli bo'yoqlar ishlatish joyida tayyorlanadi.

Yelimli bo'yoqlarning eng yaxshisi kazein asosida tayyorlangan bo'yoq hisoblanadi.

*Moyli bo'yoqlar* deb, pigmentlarning quriydigan moylardagi aralashmasiga aytiladi. Quriydigan moylar deb, havodagi kislorod bilan oksidlanish natijasida qattiq va elastik pardalar hosil qila oladigan ba'zi o'simlik moylariga (zig'ir, kanop) aytiladi. Bo'yoq tayyorlashda alif eng ko'p ishlatiladi. Moyli bo'yoqlar juda uzoq vaqt quriydi. Odatda, qoplamalarning 20°C haroratda qurish muddati kamida bir sutkaga boradi. Qurish jarayonini tezlashtirish maqsadida, alif tayyorlash vaqtida uning tarkibiga sikkativlar qo'shiladi.

Kimyo sanoati pigmentlarning pastasimon massasidan iborat bo'lgan quyuvq ezilgan moyli bo'yoqlar, alifmoyda ezilgan, shuningdek, qovushqoqligi xuddi shunday alifmoy, skipidar va uayt-spirtda ezilgan, ishlatishga tayyor holatdagi moyli bo'yoqlar ishlab chiqaradi; ular qurilishda ko'proq ishlatiladi.

Umumiy foydalaniladigan quyuq ezilgan moyli bo'yoqlar guruhiga ruxli, qo'rg'oshinli va litoponli belilalar, qo'rg'oshin va rux yashili; sun'iy kinovar; temir surigi; mo'miyo, oxra va boshqalar kiradi.

Pigmentning ezilish darajasi raqamlar bilan belgilanadi. Raqam qancha kichik bo'lsa, u shuncha mayin tuyilgan va berkituvchan bo'ladi.

Quruq moddasining tarkibiga ko'ra bo'yoqlar markalarga ajratiladi. Quyuq ezilgan moyli bo'yoqlar ish qovushqoqligigacha alifmoy quyiladi. Buning uchun zarur bo'lgan alifmoy miqdori pigmentning xili va mayinligiga bog'liq (1 kg quyuq ezilgan bo'yoq uchun 0,25 dan 0,4 kg gacha).

Qurishni tezlashtirish uchun suyultirilgan bo'yoqqa 5–10 % gacha sikkativ qo'shiladi. Quyilishini yaxshilash uchun moyli bo'yoqlarga skipidar yoki uayt-spirt qo'shish mumkin, biroq bular bo'yoqlarning qovushqoqligini, qoplama mustahkamligini va uning yaltiroqligini yomonlashtiradi. Moyli bo'yoqlarning bir qismi (litipon belilasi, surik, oxra, mo'miyo) ishlatish uchun tayyor holatda ishlab chiqariladi.

#### **4.4. LOK-BO'YOQLARDA HAR XIL RANGLAR HOSIL QILISH**

Har xil ranglar hosil qilish uchun ko'pgina moyli bo'yoqlarni o'zaro aralashtirish mumkin, biroq qo'rg'oshinli bo'yoqlarni oltingugurt birikmali bo'yoqlar, masalan, ultramarin, litopon, kinovar bilan aralashtirib bo'lmaydi.

Yorqin siyohrang kobaltdan tashqari barcha kobalt bo'yoqlar yorug'likka chidamli. Kobalt bo'yoqlar vodorod sulfid va sulfat gazlari ta'sirida rangini o'zgartirmaydi.

To‘q rangli kobalt 1859-yildan buyon ma’lum; yorqin kobalt – 1880-yilda; yashil kobalt 1870-yilda kashf qilingan. XIX asrdan buyon qo‘llanilib kelinadi.

**Marganes kadmiy.** Bu bo‘yoq marganes ko‘ki va limonrang kadmiyning aralashmasidan iborat. Bo‘yoq yorqin-yashil rangga ega bo‘lib, oq bo‘yoq qo‘shilsa sovuq tusga kiradi. Marganes kadmiy xuddi marganes ko‘ki singari xususiyatlarga ega, undan farqi katta qoplovchilik xususiyatiga ega. Marganes kadmiyni ruxli oq bo‘yoqdan boshqa bo‘yoqlarga qo‘shish tavsiya qilinmaydi. Bu bo‘yoq yorug‘likka chidamli.

**Xromli bo‘yoqlar.** Bo‘yoq xrom oksidi pigmenti asosida tayyorlanadi. Xrom oksidi yumshoq yashil tonga ega.

Xrom oksidining xarakterli xususiyatlari:

- katta qoplovchilik xususiyatiga ega;
- gruntga tez «o‘tiradi»;
- bo‘yoqni ingichka qatlam qilib qo‘yish uchun oqartirilgan moy yoki lok bilan suyultirilishi kerak.

Bo‘yoq yorug‘likka chidamli. Vodorod sulfid va sulfat gazlari ta’sirida rangini o‘zgartirmaydi. Xrom oksidi 1809-yilda olingan. 1839-yildan buyon ishlatilib kelinadi.

**Zumrad yashil.** Bo‘yoq pigmenti xrom gidroksididan ( $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ) iborat. Bo‘yoq rangi sovuq tusdagi yorqin yashil. Oq bo‘yoqlar bilan aralashmasi ko‘kish yashil ton beradi.

Zumrad yashil intensivligi pastroq, lekin chuqur to‘yinganlik va rang tozaligiga ega. Zumrad yashilning xarakterli xususiyatlari:

- lessirovkalik xususiyatiga ega;
- ingichka qatlamni qo‘yishda suyultirish shart emas, usiz ham xolstda yaxshi yotadi;



– suyultirishga to‘g‘ri kelsa pinen yoki №2 suyultirgichdan foydalanmaslik kerak, chunki bo‘yoq yorqinlikni yo‘qotadi; uni suyultirish uchun №1 yoki №2 quyultirilgan moylardan foydalanish mumkin; moy ozroq ishlatilishi kerak, aks holda bo‘yoq sarg‘ayib ketadi.

Zumrad yashil yorug‘likka chidamli bo‘yoq. U vodorod sulfid va sulfat gazlari ta‘sirida rangini o‘zgartirmaydi. Bu bo‘yoq 1838-yildan buyon ma‘lum. Rangtasvirda XIX asrdan buyon ishlatilib kelinadi.

**Ultramarin.** Ultramarin pigmenti kaolin, sulfit, infuzoriya, kvars ko‘mir va toshko‘mirni kuydirish yo‘li bilan olinadi. Ultramarin ko‘k rangli bo‘yoq bo‘lib, to‘q va yorqin tusga ega. Ultramarinning xarakterli xususiyatlari:

- o‘rtacha qoplovchilik xususiyatiga ega;
- lessirovkalik xususiyatiga ega;
- quyosh nurlari ta‘sirida moyli bog‘lovchisini yo‘qotadi, bo‘yalgan yuza ocharib ketib, to‘kilib ketuvchi kukunga aylanadi. Bu hodisa «Ultramarin kasalligi» deb yuritiladi. Ultramarin o‘rtacha yorug‘likka chidamli. Vodorod sulfid va sulfat gazlari ta‘sirida rangini o‘zgartirmaydi. Bu bo‘yoq rangtasvirda 1828-yildan buyon ishlatilib kelinadi.

**Temir oksidli bo‘yoqlar.** Sariq mars. Bo‘yoq pigmenti gidrogematit minerali va organik qo‘shimchalar qo‘shilgan temir gidroksididan iborat. Sariq mars to‘q sariq rangli bo‘yoq bo‘lib, tarkibida gidrogematit bo‘lganligi sababli jigarrang tus beradi. 200–250°C haroratda toblangan sariq mars pigmenti zarg‘aldoq tus beradi. Harorat 400°C gacha ko‘tarilsa qizil mars pigmenti olinadi.

Sariq marsning xarakterli xususiyatlari:

- tez quruvchi va lessirovkalik xususiyatiga ega;

- oq rang qo‘shilsa o‘zining to‘yinganligini yo‘qotmaydi;
- quyosh nuri ta‘sirida uzoq vaqt qolsa to‘qlashadi.

**To‘q-shaffof jigarrang mars.** Bo‘yoq pigmenti ozroq marganes qo‘shilgan temir gidroksid va oksidi aralashmasidan iborat. Bu bo‘yoq to‘q jigarrang bo‘lib, o‘zining tozaligi va quyulsa chuqur tus berishi bilan ajralib turadi. Agar pigment tarkibida marganes ko‘paytirilsa unga to‘q tus berib, jigarrang tusning chuqurligini kamaytiradi. Bo‘yoqning xarakterli xususiyatlari:

- tez quruvchan;
- fakturasi stabil.

**Yorqin va oltinrang oxra.** Bo‘yoq pigmenti tarkibida biroz loy bo‘lgan temirning kristall gidroksididan iborat. Yorqin oxrada 12–25% gacha, oltinrang oxrada esa 70–75% gacha temir gidroksid bo‘ladi.

Yorqin oxra sovuq tusli sariq rangga ega bo‘lib, to‘yinmagan va yorqin, intensiv emas. Oltinrang oxra esa issiqroq tonga ega.

**Qizil oxra va qizil shaffof oxra.** Qizil oxra va qizil shaffof oxra tarkibi yuqorida keltirib o‘tilgan oxralarga o‘xshaydi. Oxraning bu turi toblanuvchi oxra deb ham yuritiladi (ular qizdirilganda qizil rangga kiradi).

Qizil oxra o‘rtacha intensivlikdagi qizil-g‘isht rangiga ega. Oqartirilsa pushti-sariq rangga kiradi. Qizil shaffof oxra qizil oxradan unga nisbatan jigarrang tusi kamligi bilan farq qiladi.

Xarakterli xususiyatlari:

- har ikkala bo‘yoq ham qoplovchilik xususiyatiga ega;
- qizil shaffof oxra qizil oxradan yuqori lessirovkalik xususiyatiga egaligi bilan farq qiladi.

**Tabiiy siyena.** Siyena oxradan tarkibida temir gidroksid va kristallashgan suvlarning, shuningdek, loy ham mavjudligi

bilan farq qiladi. Uning tarkibida loyning mavjudligi kremniy kislotasining yoʻqligini bildiradi.

Tabiiy siyena – sariq jigarrang boʻyoq. Uning jigarrang tuslari qalin qilib quyilsa bilinadi, sariq tusi esa ingichka qatlamni quyganda bilinadi. Boʻyoq qurigan sayin toʻqlashib boraveradi. Tabiiy siyenaning xarakterli xususiyatlari:

- yarim lessirovkalik;
- qoplovchilik xususiyatiga ega;
- boʻyoqqa lok yoki suyultirgich aralashtirilsa rangini oʻchiradi.

**Shungit.** Pigment tarkibida loy bilan birga toshkoʻmir mavjud. Bu boʻyoq sovuq tusli va kam toʻyingan, shuningdek, oq boʻyoq qoʻshilsa neytral kulrangga kiradi.

Xarakterli xususiyatlari:

- yuqori qoplovchilik xususiyatiga ega;
- yorugʻlikka oʻta chidamli;
- vodorod sulfid va sulfat gazlari taʼsirida rangini oʻzgartirmaydi. Boʻyoq qadimdan maʼlum.

#### 4.5. SUVLI-DISPERSION BOʻYOQ TURLARI

Tarkibiga qarab suvli-dispersion boʻyoqlar toʻrt turga boʻlinadi: akrilli, silikonli, silikatli, mineralli.

**Akrilli boʻyoqlar.** Bu turdagi boʻyoqlar hozirgi vaqtda keng tarqalgan. Boʻyoqning sifatini tarkibidagi akril smolasi belgilaydi. Nomi ham shunga asoslanib qoʻyilgan.

Tarkibiga yana lateks ham qoʻshiladi. Boʻyoqning suvga (namlik) chidamliligi ancha yuqori. Ikki qavat qatlam hosil qiladi, akrilli boʻyoq bilan lateks toʻldiruvchi vazifasini ham

bajaradi. Akrilli bo'yoq yordamida eshik, beton, g'isht, shtukaturkalar va boshqa joylarni bo'yash mumkin.

Lok-bo'yoq mahsulotlarining alohida guruhlari tashkil qilingan. Ular smolali uchuvchan tarkibga ega. Ularning qurish jarayoni erituvchining bug'lanishi natijasida smolaning qotib qolishidan iborat bo'ladi. Bunda bo'yoqlarda bog'lovchi moddalar miqdori ko'paytirilsa, bo'yoq pardasining yaltiroqligi ortadi yaxshiroq yopilib tekislanadigan bo'ladi. Bunday bo'yoqlar emallar deb ataladi. Ular tez (1–3 soatda) quriydi. Ular perxlorvinilli, polivinilxloridli, nitrosellulozali va boshqa smolalar asosida tayyorlanadi.

Emalli bo'yoqlarda erituvchilarning uchishi (bug'lanishi) dan iborat fizik jarayon bilan bir qatorda bo'yoq pardasini erituvchilarda takror erimaydigan holga kelishiga sabab bo'ladigan kimyoviy jarayonlar ham kechadi. 6-jadvalda emallarning xossalari keltirilgan.

*6-jadval*

#### **Emallarning xossalari**

| Markasi  | Rangi         | 3-darajasi-gacha qurish vaqti, soat, ko'pi bilan | Qovush-qoqligi, B3–4 bo'yicha | Qoplovchanligi, qurigan pardaga aylantirib hisoblanganda, g/m <sup>3</sup> |
|----------|---------------|--------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|          |               | 20°C haroratda                                   |                               |                                                                            |
| 1        | 2             | 3                                                | 4                             | 5                                                                          |
| XV–11000 | 12 xil rangda | 1                                                | 30–70                         | 50–300                                                                     |
| NTS–250  | 17 xil rangda | 1                                                | 45–70                         | 20–170                                                                     |

| 1      | 2                   | 3                           | 4      | 5      |
|--------|---------------------|-----------------------------|--------|--------|
| GF-230 | 29 xil rangda       | 24                          | 70–150 | 30–150 |
| PF-223 | 18 xil rangda       | 30–36                       | 50–120 | 20–240 |
| PF-115 | 24 xil rangda       | 24, qizil va olacha ranglar | 60–80  | 30–120 |
| EP-51  | 9 xil rangda        | 48                          | 35–65  | 20–150 |
| FL-254 | sarg'ish, jigarrang | 3                           | 55–70  | 150    |
| EP-255 | oq, yashil          | 48                          |        |        |
| EP-275 | qora                | 5–6                         | 10–30  | 45     |

To'ldiruvchilar lok-bo'yoq materiallar (bo'yoqlar, shpatlyovkalar, gruntovkalar) tarkibiga quruq qoldiq miqdorini oshirish va asosiy tarkiblarni tejash maqsadida qo'shiladigan kukunsimon inert moddalardir. Ular erituvchilarda va parda hosil qiluvchi moddalarda erimaydigan va bo'kmaydigan anorganik tabiiy yoki sintetik dispers moddalardir.

Tabiiy anorganik to'ldiruvchilar tog' jinslari, minerallarni maydalash, boyitish va ularga termik ishlov berish yo'li bilan olinadi. Sintetik anorganik to'ldiruvchilar kimyoviy reaksiyalar hamda murakkab texnologiyalar natijasida hosil bo'ladi. To'ldiruvchilar pigmentning asosga yaxshi shimilishini, tishlashishini, ya'ni asosga mahkam ushlanib turish xususiyatini,

lok-bo'yoq pardalarining mustahkamligi, chidamliligini oshiradi, ularni suv, o't (yuqori harorat), kislotalar, ishqorlar hamda atmosfera ta'siriga chidamli qiladi, bo'yoq pardalarning yaltiroqligi yoki xiraligini ta'minlaydi, qurishini tezlashtiradi. To'ldiruvchilar qo'shish pigmentlarni tejashga yordam beradi. To'ldiruvchilar o'zining kimyoviy tarkibiga ko'ra bir necha guruhga bo'linadi: oksidlar, gidroksidlar, karbonatlar, silikatlar va sulfatlar.

**Quyuqlashtiruvchi moddalar va plastifikatorlar.** Lok-bo'yoq materiallar tarkibiga plastifikatorlar qo'shilganda, ular asosida olinadigan parda qatlamlarning elastikligi va past harorat ta'siriga chidamliligi oshadi, lekin qattiqligi va cho'zuvchi kuchga bo'lgan mustahkamligi pasayadi. Plastifikatorlar ko'proq nitrosellulozali lok-bo'yoq mahsulotlari tarkibiga qo'shiladi. Plastifikatorlar o'rnida qaynash harorati 200°C va undan yuqori bo'lgan suyuqliklar (efirlar, moylar va boshq.)ni ishlatish mumkin. Zamonaviy nuqtayi nazar bilan qaraganda polyarmas polimer va plastifikator uchun plastifikatsiyaning mohiyati quyidagilardan iborat. Polimerlar harakatlanuvchi zvenolarga ega bo'lgan ko'p zanjirli makromolekulalardan iborat, ammo plastifikatsiya qilinmagan polimerda u yoki bu makromolekulaning shaklini o'zgartirish ko'p energiya sarf bo'lishini taqozo etadi, chunki u gigant molekulalar konfiguratsiyasini o'zgartirish zarurligi bilan doimo bog'liq bo'ladi.

Polimer tarkibiga plastifikator kiritilishi bilan ayrim makromolekulalar konfiguratsiyasining o'zgarishi va ularning bir-biriga nisbatan yangidan guruhlanishi osonlashadi. Shunday qilib, plastifikatsiyaning mohiyati sistema qovushqoqligini pasaytirish va makromolekula konfiguratsiyasini o'zgartirish yoki qayta guruhlanishi uchun ketadigan energiyani kamaytirishdan iborat.

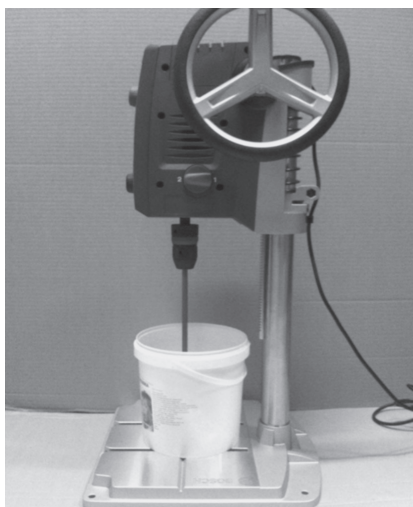
Polyar polimer va plastifikatorlar uchun plastifikatsiyaning mohiyati plastifikator polyar molekularlarning polimer molekularidagi polyar guruhlar bilan oʻzaro band boʻlishi bilan tushuntiriladi. Bunda polimer molekularlari orasida avval boʻlgan kuchli bogʻlanish (tortishuv) buziladi. Natijada polimer oʻzining qattqlik va moʻrtlik xususiyatini yoʻqotib, elastikligi oshgan va sovuqqa chidamliligi kuchaygan material koʻrinishiga oʻtadi.

#### **4.6. LOK-BOʻYOQ QOPLAMALAR ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI**

Emulsion boʻyoq ishlab chiqarish uchun kerak boʻladigan jihozning modellashtirilgan shakli 46, 47-rasmlarda tasvirlangan.



*46-rasm.* Dissolverning ichki koʻrinishi.



*47-rasm.* Dissolverning umumiy koʻrinishi.

Kerakli komponentlar: suv, boʻr, titan oksidi, kaliy karbonat eritmasi, sirt faol modda, akril emulsiyasi, dibutilftalat, natriy karboksimetilselluloza, talk, natriy polifosfat, monoetanolamin va bura.

100 g suvli-dispersion boʻyoq tayyorlash uchun kerak boʻladigan moddalar ulushlari:

1. Suv – 23,1%;
2. Boʻr – 53,3%;
3. Titan oksidi – 5–12%;
4. Kaliy karbonat – 0,13% (25% li eritma);
5. Sirt faol modda – 0,37%;
6. Akril emulsiyasi – 12,77%;
7. Dibutilftalat – 0,81%;
8. Natriy karboksimetilselluloza (NaKMS) – 0,42%;
9. Talk – 1,16%;
10. Natriy polifosfat (kolgen) – 0,32%;
11. Monoetanolamin – 0,18%;
12. Bura – 0,025%.

Komponentlarni tortishdan avval ularni yaxshilab maydalanadi. Maydalanish jarayonini osonlashtirish uchun moddalarni yaxshilab quritib olinadi.

Birinchi navbatda kukun holiday xomashyolarni oftobda havo harorati 35°C boʻlgan sharoitda quritib olinadi. Soʻngra bu moddalar hovonchada maydalanib, yirikligi 1 mm li elakdan oʻtkaziladi. Keyin yana maydalanib 0,26 mm li yiriklikdagi elakdan oʻtkaziladi.

Elakning oʻlchami Mir-2 mikroskopida yorugʻlik yaxshi tushadigan joyga shtativni vertikal holatda joylashtirilib oʻlchab olinadi. Oʻlchami katta boʻlgan elak 1,2 mm, kichigi esa 0,26 mm ekanligi aniqlanadi.



Barcha maydalash ishlarini sirlangan chinni kosa va nikel qoshiq yordamida amalga oshiriladi. Emulsion bo'yoq tayyorlash jarayonida komponentlarni aralashtirish ishlari shisha tayoqcha yordamida amalga oshirildi.

Emulsion bo'yoqlar uchun to'ldiruvchilar sifatida bo'r, talk, natriy polifosfat, oksidlar va boshqalar ishlatilishi mumkin. To'ldiruvchi qo'shish pigment kam sarf bo'lishini, mahsulot narxining arzonlashishini, pigmentning asosga yaxshi shimi-lishini, tishlashishini, ya'ni asosga mahkam ushlanib turish xususiyatini, lok-bo'yoq pardalarining mustahkamligi, chidam-liligini oshiradi, ularni suv, o't (yuqori harorat), kislotalar, ishqorlar hamda atmosfera ta'siriga chidamli qiladi, bo'yoq pardalarning yaltiroqligi yoki xiraligini ta'minlaydi, qurishini tezlashtiradi. Tikсотроplik xossasini oshirish uchun poliefir lok-bo'yoq materiallari tarkibiga qo'shilgan bunday to'ldiruvchilar bir marta surkashdayoq kerakli qalinlikdagi parda qatlamni hosil qilish imkonini beradi. Xuddi shuningdek, diatomitli qumtuproqlar parda qatlamning metall bilan adgeziyasini (yopishuvchanligini) oshirish uchun xizmat qiladi. Tabiiy qum-tuproqlar (kvars, diatomit) metall buyumlarni ta'mirlash uchun g'ovak to'ldiruvchilar tayyorlashda, lok-bo'yoq materiallarda bo'lsa oraliq qatlamlar sifatida surkashda, qatlamlar orasida adgeziyani oshirish maqsadida ishlatiladi.

Natriy karboksimetilsellulozaning eruvchanligi alohida tajribalar yo'li bilan aniqlanadi. Eruvchanligi bevosita erituv-chiga va haroratga bog'liq ekanligi aniqlanadi.

Titan oksidini maydalab elakdan o'tkazib akril emulsiyasiga solinganda yaxshi erishi, kristallanib qolmasligi aniqlanadi. Bo'rning ham dispersligi yuqori bo'lishi muhim ahamiyatga ega. Chunki, dispersligi yuqori bo'lgan bo'r akril emulsiyasida

yaxshi eriydi va titan oksidi kabi bu ham kristallanib qolmasligi aniqlandi. Emulsion bo'yoq tarkibidagi komponentlarning eruvchanligi va dispersligi yuqori bo'lsa cho'kmaga tushmasligi ma'lum bo'ladi. Bundan tashqari, cho'kmaga tushmasligini sirt faol moddalar ham ta'minlashi aniqlandi.

Turli yuqori sifatli qurilish materiallari olish uchun xomashyo aralashmasini g'ovaklashtirish muhim. Bunga yuqorida aytib o'tilgan usullar yordamida aralashmaga texnik usulda olingan ko'pik yoki ko'pik hosil qiluvchi qo'shish bilan va uni intensiv aralashtirgan holda disperslangan havo pufakchalarini hosil qilib erishish mumkin.

Xomashyolarni quyosh nurida quritishdan maqsad shuki, xomashyo qanchalik quruq bo'lsa uni elakdan o'tkazish oson bo'ladi va tarkibidagi namlik maksimal quriydi. Namlik tayyorlanadigan bo'yoqning sifatiga va xossalariga yomon ta'sir etadi. Bu xomashyolarga talk, bo'r, natriy karboksimetilselluloza va titan oksidi kiradi.

Kerakli xomashyolarni dastlab yirik elakdan o'tkazilsa, so'ng mayin elakdan o'tkazish oson bo'ladi. Elaklashdan maqsad xomashyoning yuqori dispersligini ta'minlashdir. Yuqori disperslikka ega bo'lgan xomashyo erituvchida yaxshi eriydi va bir jinsli aralashma hosil qilishga osonlik bilan erishiladi. Disperslik darajasi muhim bo'lgan komponentlardan biri pigment kukunidir. Uning yordamida tayyorlangan emulsion bo'yoqlar devorlarga surtilganda devor yuzasi notekis bo'ladi hamda qora nuqtalar paydo bo'ladi. Bu qora nuqtalar pigmentning erimay qolgan yirik zarralaridir. Mazkur qora nuqtalar mahsulotning sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Bundan tashqari, zarrachalar dispersligining kattaligi qorishmaning g'ovaklik darajasi yuqori bo'lishiga olib keladi.

Shu bilan birgalikda pigmentning disperslilik darajasi ularning qoplovchanlik darajasiga ham ta'sir ko'rsatadi. Pigmentning maydalilik darajasi qanchalik kichik (mayin) bo'lsa, ular pardozlanayotgan devorlarni shunchalik yaxshi qoplaydi. Bo'yash jarayonlarida purkaydigan mexanizmlardan foydalanilganda bu katta ahamiyatga ega.

Tarkibiy qismlarni tortishda elektron tarozidan foydalaniladi. Tortishda tortish qoidalariga amal qilinishi shart. Erituvchilarni tortish ishlari og'zi zich berkiladigan idishlarda olib boriladi. Bundan tashqari, emulsion bo'yoq tayyorlash jarayonida komponentlarini aralashtirishga ham alohida e'tibor berish talab etiladi. Chunki, komponentlar yaxshi aralashmasa mahsulot sifati buziladi.

Barcha ishlar chinni idishda bajarilishiga sabab ishlatiladigan xomashyolar chinni bilan kimyoviy ta'sirga kirishmaydi, aralashtirgich sifatida esa xomashyo bilan kimyoviy ta'sirga kirishmaydigan nikel qoshiqdan foydalaniladi.

Sanoat korxonalarining ish sur'atlari hamda atrof-muhitga tashlanayotgan zararli gazlar miqdori oshgan hozirgi vaqtda lok-bo'yoq ishlab chiqarish sohasida ishlab chiqarilayotgan mahsulotga ana shunday salbiy holatlarga javob beradigan, arzon va mahalliy xomashyolar asosida bo'yoqlar va loklar ishlab chiqarish ayni vaqtda juda muhimdir. Bunday mahsulotlarga yupqa qavatli plyonka hosil qiluvchi suv asosidagi sistemalar kiradi. Hozirgi vaqtda suv asosidagi lok-bo'yoq materiallarining ulushi rivojlangan mamlakatlarda qariyb 20–30% ni tashkil qiladi. Ilk suv tarkibli plyonka hosil qiluvchi qoplamalarni – suvemulsion bo'yoqlarni tabiiy va sintetik lateks asosida olingan.

Kolloid kimyoviy xossalarga ega bo'lgan plyonka qavat hosil qiluvchi polimer dispers sistemalari olish sohasidagi yutuqlar suvemulsiyasidan iborat lok-bo'yoq materiallar turlarini ko'paytirish imkonini berdi. Bunday materiallarni ishlab chiqarish texnologiyasida vinilasetatning gomo- va sopolimerlari, vinilxlorid, etilen, akrilatlar, stirol va boshqa bir qancha monomerlar latekslari ishlatiladi. Shuningdek, bu kabi materiallarning sun'iy lari ham mavjud bo'lib, ular oligomerlarning yumshash haroratlaridan yuqoriroq haroratlarda yoki oligomer va polimerlarning eritmalarini (ba'zi hollarda eritmasini haydash bilan) yuqori haroratlarda emulgirlanishidan olinadi. Bu sistemalarda plyonka hosil qiluvchi moddalar – yuqorida sanab o'tilgan oligomerlar va polimerlar, alkidlar, epoksidlar, poliuretanlar, bitumlar, quriydigan moylar va h.k.lar bo'lishi mumkin.

Lok-bo'yoq ishlab chiqarish sanoatining asosiy tovar mahsuloti pigmentli lok-bo'yoq materiallardir. Bular quyidagi sohalarda ko'plab ishlatiladi: mashinasozlik, radioelektronika, aviatsiya va kemasozlik, sanoat va uy-joy qurilishi, kosmik texnika va xalq xo'jaligi mahsulotlari ishlab chiqarish va boshqalar.

Lok-bo'yoq materiallarining qaysi qavatiga pigmentlangan materiallar kerakligiga qarab ularni emallarga va bo'yoqlarga (shuningdek, suvemulsiyali, kukunli), gruntovkalar va h.k.larga bo'linadi.

Pigmentli lok-bo'yoq materiallari tarkibi ko'p komponentli murakkab kompozitsiyali sistemadir. Ularning tarkiblariga quyidagi ingridiyentlar kiradi: oligomerlar (polimerlar), pigmentlar va to'ldirgichlar, erituvchilar va suyultirgichlar, shuningdek, maxsus holatlar uchun qo'shimchalar (sikkativlar, plas-

tifikatorlar, SFM lar va h.k.). Pigmentli bo'yoq va qoplama materiallar xossasi, asosan, oligomerlar pigmentlarning xossalari bilan hamda ularning ta'sirlashishining fizik-kimyoviy holati bilan aniqlanadi. Uning tarkibidagi boshqa komponentlari ham materialning reologik xossalariga, qotish jarayoniga (qoplama hosil bo'lishiga) va qoplamaning ekspluatatsion tasnifiga sezilarli ta'sir qiladi.

Pigmentli lok-bo'yoq materiallarini tarkibining asosi bo'lgan oilgomerning turi bo'yicha sinflash qabul qilingan. Masalan, gliftal (GF), pentaftal (PF), epoksid (EP), poliuretan (UR), kremniyorganik (KO) va boshqa materiallar.

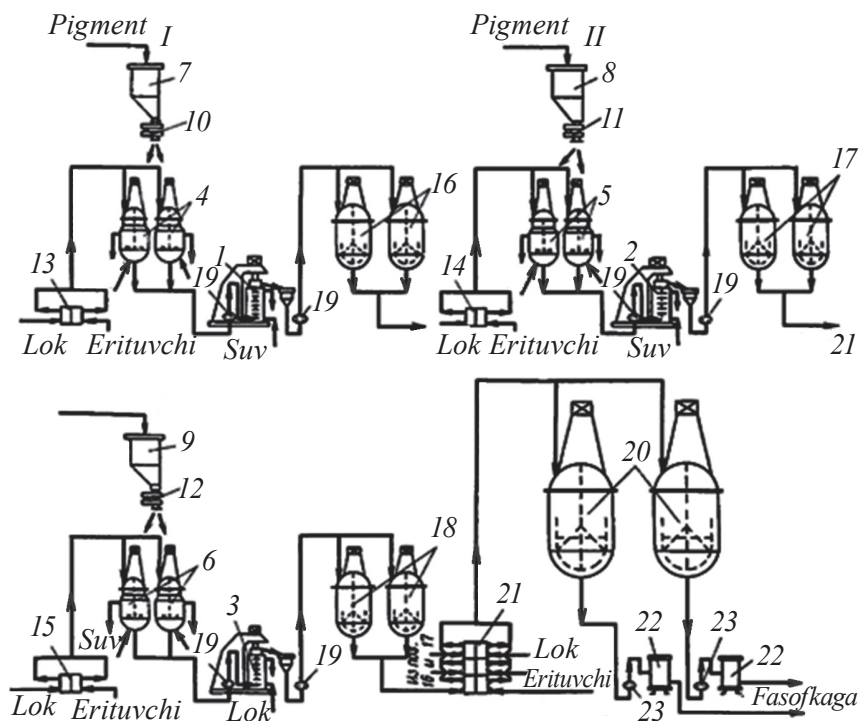
Pigmentli materiallarni bir fazali va ikki fazali suyuq plyonka hosil qiluvchi sistemalar asosida tayyorlanadi. Bir fazali sistemalar organik erituvchilardagi oligomerlarning eritmaları, oliflar va tabiiy birikmalarning eritmaları kiradi. Ikki fazali sistemalar suvli va organodispersli polimer sistemalar kiradi.

Quyida misol tariqasida biz emallar, aniqrog'i suvemulsiyasi bo'yog'ini ishlab chiqarish bilan tanishamiz.

Har bir pigmentni biserli dispergatorlar (1–3) da alohida holatlarda dispersiyalanadi. Texnologik sxemada (48-rasm) ularning uchtasi keltirilgan. Jarayonda pigmentlar soniga qarab ular ko'p bo'lishi mumkin. Pigmentli pastani tayyorlash ishini navbat bilan ishlovchi tezyurur aralashtirgichlarda (disolverlar – 4, 5, 6) bajariladi. Disolverlarning bu tartibda ishlashi biser tegirmonining to'xtovsiz ishlashini ta'minlaydi. Disolverlarga pigmentlarni bunkerlar (7, 6 va 9) dan shnekli dozatorlar (10–12) yordamida uzatiladi.

Erituvchi bilan lok disolverlarga dozalovchi agregatlar (13, 14, 15) orqali beriladi. Tayyor bo'lgan pasta massasini yig'gich-

larda (16–18) yig‘iladi. Biserli dispergatorlarga pastani nasos (19) yordamida uzatiladi. Emalni tayyorlash ishini esa aralashtirgich (20) da bajariladi. Emalning alohida komponentlari dozalanadi va dozalovchi agregat (21) yordamida arlashtirgichga uzatiladi. Emalni standartlash ishini ham aralashtirgichda bajariladi. Tayyor bo‘lgan emalni filtrlarda (22) tozalanadi va nasos (23) yordamida qadoqlash agregatiga (fasovka) uzatiladi.



48-rasm. Bir pigment tarkibli pasta usulida rangli emallarni to‘xtovsiz ishlab chiqarishning texnologik sxemasi: 1–3 – biserli dispergatorlar; 4–6 – disolverlar; 7–9 – bunkerlar; 10–12 – shnekli dozatorlar; 13–15, 21 – dozalovchi agregatlar; 16–18 – yig‘gichlar; 20 – aralashtirgich; 19, 23 – nasoslar; 22 – filtr.

Emallarni ishlab chiqarish texnologik jarayonining asosiy operatsiyasi quyidagilardir: oligomer (polimer) eritmasi bilan pigment (to'ldirgich)larni aralashtirish, ya'ni pigment pastasini tayyorlash; pigment pastasini dispersiyalash (kukun holatiga keltirish); emalni tayyorlash; emalni tozalash va qadoqlash.

Pigmentli pastalarni odatda maxsus aralashtirgichlarda tayyorlanadi, ularning konstruksiyalarini tanlash esa disperslash operatsiyasini shakllantiruvchi apparatga bog'liq. Agarda disperslashni valikli bo'yoq sidiruvchi mashinalarda bajarilsa pastani tayyorlashda Z-simon aralashtirgich yoki planetar aralashtirgichlardan foydalaniladi. Disperslashni biserli mashinalarda bajarilgan taqdirda pastani tez harakatlanuvchi disk tishli aralashtirgichli (disolver) qorishtirgichlarda bajariladi.

Dispergator sifatida sharikli tegirmon ishlatiladigan bo'lsa pastani tayyorlash uchun maxsus aralashtirgichlarni ishlatishga zarurat qolmaydi: uni to'g'ridan to'g'ri sharli tegirmonda tayyorlanadi.

Pigmentli pastalar tayyorlashda retseptda hisoblangan barcha to'ldirgichlar va pigmentlarning miqdoridan foydalaniladi. Plyonka hosil qiluvchi materiallarni esa qisman ishlatiladi.

Disperslashdan so'ng, pigmentli pastaga plyonka hosil qiluvchi moddaning qolgan qismi va maxsus qo'shimchalari (sikkativlar, plastifikatorlar va boshq.) qo'shiladi. Bu operatsiya amalda emalni tayyorlash jarayoni hisoblanadi. Keyin esa emalni qovushqoqligi va rangi bo'yicha maxsus erituvchilar va rang beruvchi pastalar qo'shib (ishlab chiqarishda buni «turiga ko'ra moslashtirish» deb nomlanadi) standartlashtiriladi.

Lok-bo'yoq materiallari chiroyli qoplamalar hosil qilishi va tashqi ko'rinishi yaxshi bo'lishi uchun ular tarkibida bir dona ham yirik pigment, hatto begona aralashmalar ham (chang,

tolalar va boshq.) bo'lmisligi kerak. Bu kabi aralashmalarning qoplamaga tushib ketishi uning himoya xossasini kamaytiradi, shuning uchun emallarni maxsus filtrlarda va sentrifugalarda yaxshilab tozalanadi.

Emallarni ishlab chiqarishdagi texnologik operatsiyalar bir xildagi asosiy operatsiyalarni tashkil etsa ham bu jarayonni turli usullarda bajarish kerak bo'ladi.

Oxirgi vaqtlarda emallarni tayyorlashning yana bir usuli keng tarqalgan, bu usul oppoq bazaviy emallar asosida tayyorlash usulidir. Bu usulga ko'ra, avval bir xil rangdagi oq emal tayyorlanadi («bazaviy») keyin esa uning asosida rang beruvchi pastalar ishtirokida (konsentrlangan yoki suyultirilgan) aralashtirish usulida turli ranglardagi emallar tayyorlanadi.

Pigmentlar va to'ldirgichlarni plyonka hosil qilgichlarda yoki ularning eritmalarida disperslashda mashinalarning o'ziga xos tomoni ularda ishchi jismlarning qattiq yoki erkin harakatlanishidir (8-jadval). Birinchi holatda ishchi jismlarning harakat tezligi dispergatsiyalanuvchi pasta yoki suspenziyaning qovushqoqligiga bog'liq bo'lmaydi, ikkinchi holatda (erkin harakatlanish) esa ularning harakatining to'xtashiga bog'liq.

Barcha holatlarda mashinalarda olib boriladigan jarayonlar disperslash deb ataladi.

Hozirgi vaqtda tez harakatlanadigan biser mashinalari emallarni tayyorlashda ishlatiladigan mashinalarning ichida keng tarqalganidir. Ular, asosan, biser mashinasining qismlarini yemiradigan maydalanmagan tabiiy pigmentlarni va to'ldirgichlarni maydalovchi sharli tegirmonlarni siqib chiqargan.

Biser mashinalari yengil uchuvchan suspenziyalarni disperslash uchun mo'ljallangan.



**Lok-bo'yoq materiallari olishda ishlatiladigan  
dispergatorlar**

| <b>Dispergator</b>                           | <b>Olinayotgan lok-bo'yoq materiali (LBM)</b>                        | <b>Disperslanayotgan pigmentlar va to'ldirgichlar</b>                                        |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Biserli mashina, rotatsion turli dispergator | Emallar, gruntovkalar, suv dispersli bo'yoqlar                       | Sintetik pigmentlar, tabiiy pigmentlar va to'ldirgichlar                                     |
| Sharli tegirmon                              | Emallar, gruntovkalar                                                | Nomikronizatsiyalangan tabiiy pigmentlar va to'ldirgichlar, qiyin disperslanuvchi pigmentlar |
| Uch valikli (bo'yoq sidiruvchi) mashina      | Shpatlyovkalar, quyuqlashtirilgan bo'yoqlar, rassomchilik bo'yoqlari | Sintetik va tabiiy pigmentlar                                                                |

Disperslanish darajasiga talab katta bo'lmagan ayrim mahsulotlar uchun materialning bir marotaba o'tishi bilan ketadigan yuqori samarali jarayondan foydalanish mumkin. Bu holatlarda tegirmonning ishlab chiqaruvchanligi materialning maksimal miqdori o'tishi imkoniyati bilan chegaralangan. Disperslovchi jihozni takomillashtirish jarayonida yangi disperslovchi qurilmaning paydo bo'lishi avvalgi turdagilarini to'liq siqib chiqarmaydi (ko'p valkovkali mashinalar, sharli tegirmonlar), faqatgina ularning ishlatilish sohasini chegaralaydi, xolos.

## Nazorat savollari

1. Lok-bo'yoq materiallari qadimda qayerlarda ishlatilgan?
2. Suvli-dispersion bo'yoqlarni kim birinchi bo'lib tayyorlagan va unung tarkibi nimadan iborat bo'ladi?
3. Suvli-dispersion bo'yoqlar ishlab chiqarish texnologiyasining asosiy bosqichlari.
4. Loklarning asosiy texnologik ko'rsatkichini tushuntiring.
5. Polimer bo'yoqlar haqida ma'lumot bering.
6. Lok-bo'yoq materiallari o'zining ishlatilish joyiga qarab qanday guruhlarga bo'linadi?
7. Loklarning qanday turlari mavjud? Mastika va dammar loki tarkibi qanday va uni qanday ishlatiladi?
8. Ish jarayonida lok qurishi sekin va tez muddatli bo'lishi uchun qanday qo'shimchalar qo'shiladi?
9. Bo'yoqlar qanday moddalar va ularning qanday turlari mavjud?
10. Pigment nima, uni nima sababdan bo'yoqlarga qo'shiladi?
11. Bo'yoqlarning xarakterli xususiyatlarini aytib bering.
12. Akrilli bo'yoqlar qanday sirtlarni bo'yash uchun ishlatiladi?
13. Emalli bo'yoqlarning xossalarini ayting.
14. Quyuqlashtiruvchi moddalar va plastifikatorlar nima va ular bo'yoqlarga qo'shilganida surtilgan sirt qanday bo'ladi?
15. Polimer tarkibiga plastifikator qo'shishdan maqsad nima?
16. Pigmentli lok-bo'yoq materiallari tarkibi nimalardan iborat?
17. Bir pigment tarkibli pasta usulida rangli emallarni to'xtovsiz ishlab chiqarishning texnologik sxemasini tushuntiring.
18. Suvli-dispersion bo'yoqlarning o'ziga xos tomoni nimalardan iborat?
19. Disolvementning ishlash prinsipi.
20. Organik va noorganik pigmentlarning rangli bo'yoqlar tayyorlashdagi ahamiyati.

---

---

## LUG'AT

*Bo'yoq* – pigmentlar va ular aralashmalarining to'ldiruvchilar bilan birgalikda yog', olif, emulsiya, lateks yoki boshqa plyonka hosil qiluvchi moddadaagi suspenziyasi, quriganidan (qotgandan) so'ng tiniq bo'lmagan, bo'yalgan bir jinsli plyonka hosil qiladi.

*Bosim ostida quyish* – qovushqoq, yuqori oquvchan holatdagi rezina aralashmani quyish kanallari orqali yopiq formaga bosim ostida to'ldirib, rezina-texnik buyum olish usuli.

Hozirgi paytda faqat noorganik pigmentlar va to'ldiruvchilar uchun atamalar standarti mavjud (GOST 19487-74), LBM uchun atamalar standarti ishlab chiqilmagan.

*Elastomer* – yuqori elastik holatdagi polimerlar va ular asosidagi materiallar.

*Emal* – pigmentlar va ular aralashmalarining to'ldiruvchilar bilan birgalikda lokdagi suspenziyasi, quriganidan (qotganidan) so'ng tiniq bo'lmagan, qattiq, har xil yaltiroq va yuza fakturali plyonka hosil qiladi.

*Erituvchi* – organik uchuvchan suyuqlik (uglevodorod, keten, spirt, efir va boshq.) yoki shunga o'xshash suyuqliklar aralashmasi, plyonka hosil qiluvchini eritish va LBM ga zarur konsistensiya berish uchun xizmat qiladi.

*Fiksat* (fransuzcha – fixer – mustahkamlash, qotirish, mahkamlash) – chizmatasvir yaxshi saqlanishi uchun mustahkamlovchi maxsus suyuqlik.

*Fon* (fransuzcha – fond – tag, chuqurlik qismi) – naturada va tasviriy san’atda – shakllar ortida joylashgan muhit, tasvirda orqa plan. Tasviriy san’atda fon tasvirli yoki tasvirsiz bo’lishi mumkin.

*Gruntovka* – pigmentlar va ular aralashmalarining to’ldiruvchilar bilan birgalikda plyonka hosil qiluvchi moddalardagi (olif, lok va boshq.) suspenziyasi, quriganidan so’ng asosga va yonuvchanligi yuqori qatlamlarga adgeziyasi yaxshi, tiniq bo’lmagan, bir jinsli plyonka hosil qiladi.

*Kalandrlash* – rezina aralashmaga ikki va undan ko’p aylanuvchi vallar orasida shakl berish. Valslashdan farqli ravishda kalandr vallari orasidan rezina aralashmasi bir marotaba o’tkaziladi.

*Kauchuk* – rezina asosini tashkil etuvchi, yuqori elastik sintetik va tabiiy bog’lovchi material.

*Keramika* (grekcha – keramikos – loyda ishlangan kulolchilik asari) – amaliy bezak san’at asari. Haykaltaroshlik va uy-ro’zg’or idishlari, buyumlari har xil navli loydan va har xil bezakli ishlov berilib, alohida xumbuzda pishiriladi.

*Kraplak* – bo’yoq turi, qizil lavlagi rangiga yaqin rang.

*Lateks* – polimerlarning suvli kolloid dispers eritmalari.

*LBM* – buyum sirtiga yupqa qatlam qilib surtilganda himoya yoki manzarali qoplama hosil qila oluvchi mahsulot.

*LBQ* – lok-bo’yoq qatlami buyum sirtiga bir yoki bir necha qatlam qilib surtilgandan so’ng yuzada shakllanuvchi qoplama hosil qiladi, u yetarlicha darajada adgeziyaga ega bo’ladi.

*Lessirovka* (nemischa – laisiren – suyuq bo’yoqda xolst tekisligi yuzini yengil bo’yash) – tiniq, o’ta ko’rinadigan bo’yoq foydalanilgan rangtasvirdagi badiiy usul. Bunda rangtasvirda

ishlatilgan bo'yoq biri ikkinchisi ustiga qo'yilganda tagidagi rang qatlami ko'rinib turadi va rangni yanada boyitadi. Yoki rang kuchini susaytiradi. Lessirovka suv bo'yoq (akvarel) da ishlashda ko'p tarqalgan, moybo'yoqdan esa ilgari keng foydalanilgan.

*Lok* – qoplama hosil qiluvchi moddalarning (smola, selluloza efirlari, bitumlar, o'simlik yog'lari va yog' kislotalari) organik erituvchi yoki suvdagi eritmasi, qotganidan (quriganidan) so'ng qattiq, bir jinsli va tiniq (bitum lokidan tashqari) plyonka hosil qiladi.

*Lokal rang* (fransuzcha – local – mahalliy) – 1) bir buyumga xos bo'lgan rang; 2) rangtasvirda qo'shni rangga nisbatan katta qismni tashkil qilib, rang tusi maydalab ishlanmaganligi.

*Manera* – uslub.

*Mastixin* – rassom quroli, belcha.

*Mato* – rangtasvir asarini ishlashda foydalaniladigan material.

*Matochli rezina aralashma* – kauchukni bir yoki ikki ingrediyent bilan, keyinchalik turli xossaga ega bo'lgan rezina hosil qilish uchun kerakli rezina aralashmasi.

*Mazok* – rang bo'yoqli moybo'yoq (kist)ning xolstda, kartonda va boshqalarda qoldirgan izi.

*Monoxrom* (grekcha – monos – bir, chronos – rang) – bir rangli.

*Mozaika* (fransuzcha – mosaïque – rang-barang ish (asar), aralash) – mahobatli rangtasvirning bir turi. Tasvirlashda har xil rangdagi tabiiy, sun'iy tosh, rangli oyna, kulol parchalaridan devorga yoki qattiq material jismlarga yelim, sement kabi narsalar yordamida yopishtirilgan san'at asari. Odatda mozaika

rang va tusni nazarda tutib amalga oshiriladi. Mozaikaning Vizantiya va Florensiya turlari mavjud. Mozaikaning muhim sifatlaridan biri kuchli bezak bo'lishidan tashqari u ko'p asrlar davomida o'z rangini o'zgartirmaydi.

*Mustahkamlik* – materialning buzilishga qarshilik ko'rsatish xossasi.

*Noorganik pigment* – tabiiy yoki sintetik quruq, bo'yovchi noorganik modda, dispersion muhitlarda erimaydi va plyonka hosil qiluvchi bilan LBQ hosil qiladi.

*Olif* – plyonka hosil qiluvchi suyuqlik – qurishni tezlatish uchun sikkativ qo'shilgan o'simlik yog'i va yog'li alkid smolalarni qayta ishlash mahsuloti.

*Organik pigment* – sintetik organik quruq bo'yovchi modda (azo-, diazopigmentlar, ftalatsianin va boshq.), dispersion muhitlarda erimaydi va plyonka hosil qiluvchi bilan rangli emal va yorug' (to'q) rangli, yuqori sifatli bo'yoq hosil qiladi.

*Plastifikator* – organik mahsulot, deyarli uchmaydi. LBQga elastiklik berish maqsadida plyonka hosil qiluvchiga qo'shiladi.

*Plastifikatsiya* – kauchuk makromolekulalari xarakatchanligini oshiruvchi kimyoviy ingrediyentlar yordamida kauchuklar yumshoqligini oshirish.

*Plastikatsiya* – kauchukning plastik holatini oshirish va yuqori elastik holatini kamaytirish bo'yicha texnologik jarayon.

*Podvulkanizatsiya* – rezina aralashmaning vaqtidan avval, kutilmagan vulkanlanish qobiliyati.

*Rezina* – yuqori elastik va deformatsion xususiyatga ega bo'lgan material.

*Rezina aralashma* – tarkibida kauchuk va boshqa ingrediyentlardan tashkil topgan ko'p komponentli, bir jinsli sistema.

*Shpatlyovka* – qovushqoq pastasimon massa, pigment, to‘ldiruvchi va plyonka hosil qiluvchi aralashmalardan iborat, bo‘yalayotgan yuzaning notekisliklari, chuqurliklarini to‘ldirishga mo‘ljallangan.

*Shprislash* – cheryavk mashina kallagi yoki shpris press profili teshigidan qaynoq polimer materialiga uzluksiz bosim ostida ko‘ndalang yo‘nalishda tegishli shakl berilishi.

*Sikkativ* – oksid ko‘rinishida va organik erituvchilarda sovunli eritma ko‘rinishidagi (naftenat, linoleat, rezinat va boshq.) ba‘zi metallar (asosan, qo‘rg‘oshin, marganes va kobalt) birikmalari, LBM tayyorlashda va ishlatishda qurishni tezlatish uchun katalizator sifatida qo‘shiladi.

*Struktura* – rezinadagi kauchuk va ingrediyentlarning tartibli va ma‘lum qonuniyat asosida joylashuvi.

*Suvli-dispersion (emulsion) bo‘yoq* – pigmentlar va ular aralashmalarining to‘ldiruvchilar bilan birgalikda sintetik polimerlar (polivinilasetat emulsiyasi, butadiyen-stirol lateks va boshq.) suvli dispersiyasidagi yordamchi qo‘shilmalar (emulgator, stabilizator va boshq.) solingan suspenziyasi, qotganidan so‘ng bo‘yalgan xira qoplama hosil qiladi.

*Suyultirgich* – organik uchuvchan suyuqlik, LBM qovushqoqligini kamaytirish va yuzalarga surtishga yaroqli qilish maqsadida ishlatiladi.

*To‘ldiruvchi* – quruq noorganik modda, dispersion muhitlarda erimaydi, yonish va bo‘yash xususiyati past, pigmentlarga qo‘shimcha sifatida ishlatiladi, tiniq bo‘lmagan LBM tayyorlashda ularga xos xususiyatlar beradi va pigmentlar tejab qolinadi.

*To‘ldiruvchi* – rezina tarkibiga qo‘shiluvchi va rezina hajmini oshirib, kauchuk sarfini kamaytiruvchi, fizik-mexanik

va texnologik xossalariga ta'sir etuvchi organik va noorganik yuqori dispers moddalar.

*Usadka* – rezina-texnik buyumning vulkanizatsiyadan keyin o'lchamlarining o'zgarishi.

*Vulkanizatsiya* – rezina aralashmaning vulkanizatsion to'r hosil bo'lish hisobiga rezinaga aylanish texnologik jarayoni.

*Vulkanizatsiya optimumi* – rezinaning belgilangan texnik xossalarining hosil bo'lish vaqti.

*Yarimtayyor lok* – yarim mahsulot ko'rinishidagi, emallar va boshqa LBM ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan mahsulot.



---

---

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *A. Ibodullayev, E. Teshaboyeva.* Rezina qorishmalarini ishlab chiqarish texnologiyasi. – T.: «Ilm Ziyο», 2014.
2. *S.Sh. Lutfullayev.* Polimerlarni qayta ishlashning asosiy usullari fanidan ma’ruza matnlari. Qarshi, 2009.
3. *M.A. Asqarov, I.I. Ismoilov.* Polimerlar kimyosi va fizikasi. – T.: «O‘zbekiston», 2004.
4. *М.А. Елесин, Ю.Б. Сокольская, Н.А. Машкин.* Новые лакокрасочные покрытия для фасадов на гипсоцементно-полимерной композиционной основе. // Лакокрасочные материалы и их применение. – М.: РХТУ им. Менделеева. 2000. № 1. – С. 7–10.
5. *Г.П. Овчинникова.* Рециклинг вторичных полимеров: учеб. пособие / Г.П. Овчинникова, С.Е. Артеменко. – Саратов, 2000.
6. *П.В. Козлов, С.П. Папков.* Физико-химические основы пластификации полимеров. – М.: «Химия», 1982.
7. *Б.А. Зачернюк, Е.Д. Савин, В.И. Неделькин.* «Высокомолекулярные соединения», 2002, т. 44, № 12, – С. 2322–2339.
8. *Л.М. Болотина, В.П. Чеботарёв.* «Пластические массы», 2003, № 11, – С. 3–7.
9. *П. Гордон, П. Грегори.* Органическая химия красителей. Пер. с англ. – М., 1987.
10. *И.И. Денкер.* Свойства некоторых акриловых лакокрасочных материалов и покрытий на их основе // Лакокрасочные материалы и их применение. 1994. № 4. – С. 50.

### Elektron resurslar

1. [www.Composite.ru](http://www.Composite.ru)
2. [www.ximik.ru/encyklopedia](http://www.ximik.ru/encyklopedia)

---

---

## MUNDARIJA

|              |   |
|--------------|---|
| Kirish ..... | 3 |
|--------------|---|

### **1-BOB. POLIMER KOMPOZITSION MATERIALLAR**

|                                   |          |
|-----------------------------------|----------|
| <b>OLISH TEXNOLOGIYALARI.....</b> | <b>7</b> |
|-----------------------------------|----------|

|                                                             |   |
|-------------------------------------------------------------|---|
| 1.1. Polimer kompozitsion materiallar haqida tushuncha..... | 7 |
|-------------------------------------------------------------|---|

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.2. Polimerlar fizik, mexanik xossalarning ta'siri va ahamiyati ..... | 20 |
|------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.3. Polimer kompozitsiya tayyorlash va har bir komponentning<br>vazifalari ..... | 23 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|

### **2-BOB. PLASTMASSA BUYUMLAR ISHLAB**

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| <b>CHIQRISH .....</b> | <b>37</b> |
|-----------------------|-----------|

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1. Polimerlardan olingan buyumlarning ekspluatatsiya xossalari .... | 37 |
|-----------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2. Plastmassa buyumlar olishda ishlatiladigan polimerlar ..... | 58 |
|------------------------------------------------------------------|----|

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| 2.3. Buyum olish usullarining sinflanishi..... | 69 |
|------------------------------------------------|----|

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| 2.4. Plastmassalardan buyum olish ..... | 76 |
|-----------------------------------------|----|

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| 2.5. Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish..... | 83 |
|------------------------------------------------------|----|

### **3-BOB. ELASTOMERLAR VA ULARNI QAYTA ISHLASH ....**

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 3.1. Rezina sanoati xomashyolari..... | 88 |
|---------------------------------------|----|

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| 3.2. Elastomerlarni vulkanlash jarayonlari..... | 94 |
|-------------------------------------------------|----|

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| 3.3. Rezina qorishmalarini tayyorlash usullari ..... | 98 |
|------------------------------------------------------|----|

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| 3.4. Rezina qorishmalarini qayta ishlash usullari ..... | 105 |
|---------------------------------------------------------|-----|

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| 3.4.1. Rezina qorishmalarini tayyorlash uskunolari..... | 105 |
|---------------------------------------------------------|-----|

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.4.2. Rezina qorishmalarini tayyorlash qurilmalarining<br>sinflanishi ..... | 115 |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                                                                                                |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.4.3. Rezina aralashtirgichlarning asosiy detallari<br>va uzellarining konstruksiyalari ..... | 119        |
| 3.4.4. Rezina aralashtirgichlar rotorlarining holatini<br>rostlash qurilmasi .....             | 132        |
| <b>4-BOB. LOK-BO‘YOQ MATERIALLAR TEXNOLOGIYASI .</b>                                           | <b>137</b> |
| 4.1. Lok-bo‘yoq materiallari haqida tushuncha va ularning tasnifi ..                           | 137        |
| 4.2. Lok bo‘yoqlarni texnologik bo‘yash jarayoni tasnifi .....                                 | 143        |
| 4.3. Emulsion bo‘yoq turlari .....                                                             | 146        |
| 4.4. Lok-bo‘yoqlarda har xil ranglar hosil qilish .....                                        | 151        |
| 4.5. Suvli-dispersion bo‘yoq turlari .....                                                     | 155        |
| 4.6. Lok-bo‘yoq qoplamalar ishlab chiqarish texnologiyasi.....                                 | 159        |
| <b>Lug‘at .....</b>                                                                            | <b>171</b> |
| <b>Foydalanilgan adabiyotlar .....</b>                                                         | <b>177</b> |

*O'quv nashri*

**R.I. Ismailov, M.A. Eshmuhamedov**

**POLIMERLARNI QAYTA ISHLASH JARAYONI**

*Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma*

Muharrir *B. Xudoyorova*

Badiiy muharrir *J. Gurova*

Texnik muharrir *D. Salixova*

Kompyuterda sahifalovchi *Y.Belyatskaya*

Original maket «Niso Poligraf» nashriyotida tayyorlandi.

Toshkent viloyati, O'rta Chirchiq tumani, «Oq-ota» QFY,

Mash'al mahallasi Markaziy ko'chasi, 1-uy.

Litsenziya raqami AI № 265.24.04.2015.

Bosishga 2017-yil 16 noyabrda ruxsat etildi. Bichimi 60×84<sup>1/16</sup>.

Ofset qog'ozi. «Times New Roman» garniturasida. Kegli 12,5.

Shartli bosma tabog'i 11.25. Nashr tabog'i 10,46. Adadi 85 nusxa.

Buyurtma №654.

«Niso Poligraf» MCHJ bosmaxonasida chop etildi.

Toshkent viloyati, O'rta Chirchiq tumani, «Oq-ota» QFY,

Mash'al mahallasi Markaziy ko'chasi, 1-uy.