

33  
✓  
Toxtamurod Abdurashidov

# PLASTMASSALARNI QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASI



2/09  
max 5  
1.10.10

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

**To‘xtamurod Abdurashidov**

# **PLASTMASSALARNI QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASI**

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi  
tomonidan texnika oliy oquv yurtlari uchun o‘quv qo‘llanma  
sifatida tavsiya etilgan*

«Musiq» nashriyoti  
TOSHKENT — 2010

35.71

A15

**Abdurashidov, To'xtamurod.**

Plastmassalarni qayta ishlash texnologiyasi :  
texnika oliy o'quv yurtlari uchun o'quv qo'llanma / T. Abdurashidov ; O'zR oliy  
va o'rta-maxsus ta'lim vazirligi. -T.: Musiqa, 2010. - 120 b.

ББК 35.71я73

Polimer materiallarni qayta ishlashdan maqsad, ulardan ma'lum sharoitlarda ishlatiladigan va shu sharoit talablariga javob bera oladigan aniq bir buyum olishdan iborat.

Qo'llanmada plastmassalarga oid qator ma'lumotlar, jumladan, plastmassalardan buyumlar ishlab chiqarish, polimer kompozitsiyasini yaratish prinsiplari, plastmassalarning texnologik xossalari, kalandrlash, ekstruziya va bu usul bilan plyonka olish texnologiyasi, quvurlar olish texnologiyasi, bosim ostida quyish, presslash, puflash orqali shakllash, polimerlarni metallar bilan birlashtirish, rezina va uni qayta ishlash, lok-bo'yoq materiallar haqidagi qator mavzular o'z aksini topgan.

Plastmassalarni qayta ishlashda jiddiy e'tibor beriladigan ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish mavzusiga ham alohida to'xtalib o'tilgan.

O'quv qo'llanma bakalavriatning — kimyo texnologiya yo'nalishi bo'yicha «Polimerlarni qayta ishlashning asosiy usullari» fanidan tahsil olayotganlar uchun mo'ljallab yozilgan.

Maxsus muharrir **Ravshan Adilov**

— texnika fanlari nomzodi, dotsent.

Taqrizchilar: **Abdulahad Djalilov**

— kimyo fanlari doktori, proffessor;

**Yuldash Salimsakov**

— texnika fanlari nomzodi, dotsent.

ISBN 978-9943-307-58-2

© «Musiqa» nashriyoti, 2010

© T.Abdurashidov, 2010.

## KIRISH

Plastmassalar texnologiyasida plastmassalarni qayta ishlash jarayoni yakunlovchi bosqich bo'lib, bu bosqichda ma'lum bir buyum olinishi va bu buyum aniq talablarga javob berishi kerak. Shu maqsadda turli usullar kashf qilish bilan bir qatorda yangi polimer materiallar ishlab chiqarilmoqda.

XIX asrning o'rtalarida kauchukni vulkanizatsiyalash uchun uskunalar, sellulozani asetillash va nitrolash usullari paydo bo'ldi. Shundan taxminan 100 yil keyin plastmassalarni qayta ishlash usullari, ularni takomillashtirish va bu usullarni fizik-kimyoviy asosda modellashtirish yuzaga keldi va natijada yangi — «Polimerlarni qayta ishlash texnologiyasi» fani yaratilishiga asos bo'ldi. Polimerlarni qayta ishlash texnologiyasiga rezina materiallar olish, lok-bo'yoqlar tayyorlash, kimyoviy tolalarni shakllash jarayonlari kiradi. Bular orasida plastmassalarni qayta ishlash (buyumlar tayyorlash) texnologiyasi asosiy o'rinni egallaydi.

Plastmassani zamonaviy qayta ishlash sanoati yangi usullarga asoslangan bo'lib, unda yangi uskunalar qo'llaniladi. Individual polimerlar polimerkompozitlar va polimerlar aralashmasi bilan almashtirilib ishlatilmoqda. Natijada materiallarning xossalari kengaymoqda va ulardan xalq iste'moli buyumlaridan tortib harbiy texnikada va kosmonavtikada qo'llaniladigan detallarni olish imkoniyatlari yaratilmoqda.

Plastmassalarni qayta ishlash texnologiyasi quyidagi jarayonlardan iborat:

- kimyoviy tarkibni o'zgartirish, polimerga to'ldiruvchilar, plastifikatorlar kiritish va ularga termomexanik ishlov berish;
- olingan materialga shakl berish, ya'ni plastmassa buyumlar tayyorlash.

Buyum konstruksiyasi ilmiy jihatdan asoslangan va aniq bir ekspluatatsiya sharoitini hisobga olgan holda ishlangan bo'lishi shart.

Shunday qilib polimerlarni qayta ishlash texnologiyasi, yuqorida qayd etganimizdek, o'z ichiga turli polimerlarning zarur xossalarini yaxshilash va ularni tayyor buyumga aylantirish jarayonlaridan iboratdir.

Plastmassalarni qayta ishlashning texnik usullariga quyidagilar kiradi: bosim ostida quyish, ekstruzitsiyalash, kalandrlash, pigment-

larni polimerlarga aralashtirish, polimer plyonka yuzasini modifikatsiyalash va boshqalar.

Bosim ostida quyish, ekstruziyalash usullari keng tarqalgan va unumli usullardan biri bo'lib, unda polimerlar oqimini kuzatish mumkin. Bunda ularning fizik va kimyoviy xossalari o'zgar olmaydi.

Polimerlarning kristallanish darajasi orqali makromolekulalarning oriyentatsiyalanishini rostlash, tekstil tolalari va plyonkalar ishlab chiqarishda ularning mexanik xossalarini yaxshilash mumkin. Bunda materiallarning fizik xossalari qaytmas tarzda o'zgaradi va oqish jarayonida kimyoviy reaksiyalar sodir bo'lmaydi.

Polimerni qayta ishlashda reologiya fani katta rol o'ynaydi, chunki polimerlarni qayta ishlash jarayonlarida deformatsiyalanish va oquvchanlik alohida o'rin egallaydi. Polimerlarni qayta ishlashda kristallanish, polimerlarning dielektrikligini hisobga olish lozim. Shuningdek, polimer yuzasida sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiyalarni hamda uning issiqlik o'tkazish xossalarini ham e'tiborga olish kerak.

Ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va mahsulot sifatini yaxshilash maqsadida plastmassalarni qayta ishlashda yarim avtomat va avtomatlashgan liniyalar, mikroprotessorli texnika va sanoat robotlarini keng qo'llash hozirgi kun talabidir.

Qayta ishlash usuli bilan olingan plastmassa buyumlarga sifatli manzarali ishlov berish, pardozlash va ularni bozorbop qilish bilan birga buyum qo'llaniladigan sohani texnik-iqtisodiy asoslab berish kerak.

Har bir polimerdan qanday buyum yoki mahsulot ishlab chiqarish kerakligini va shu mahsulotga bo'lgan talabni yaxshi o'rganish lozim. Polimerlarni plastmassa, rezina-texnik buyumlar, lok-bo'yoq materiallar va tolalar olish uchun qayta ishlashda xom ashyoni to'g'ri tanlay olish va buning uchun polimerlarning xossalarini, tuzilishini va ularni qayta ishlash jarayonidagi o'zgarishlarni yaxshi bilish kerak.

Plastmassa va rezina-texnika buyumlarni ishlab chiqishda chiqindilar hosil bo'lishi mumkin (ayniqsa, reaktoplastlar, revulkanizatsiyaga uchragan kauchuklarda). Ularni yoqish, suvga tashlash yoki yerga ko'mish yaramaydi (masalan, polietilentereftalatdan tayyorlangan idishlar). Bu maqsadda har bir korxonada o'zining ekologik tadbirlarini ishlab chiqqan bo'lishi lozim. Unda chiqindini kamaytirish, uni qayta ishlash, ifloslangan havoni tozalash va h.k. lar aks ettirilgan bo'ladi.

Quyida O'zbekistonda faoliyat ko'rsatayotgan polimerlarni qayta ishlash korxonalari va ular ishlab chiqarayotgan mahsulotlar keltirilgan:

«Ohangaronlenplast» zavodida PVX, PE lardan linoleum, quvur, plyonka, santexnik buyumlar ishlab chiqarilmoqda.

Angrendagi rezina-texnika zavodida kauchuklardan rezina olinib, o'z navbatida ulardan keng iste'mol mollari va texnika uchun kerakli buyumlar ishlab chiqarilmoqda.

Jizzax plastmassa zavodi o'tgan asrning 70- yillarida ishga tushirilgan bo'lib, shu kunda qishloq xo'jaligi uchun yiliga 15000 tonna polietilen plyonka, 8—10 ming tonna polietilen quvurlar ishlab chiqarmoqda; bu yerda 300 mm diametrli gaz va suv quvurlari olish imkoni mavjud.

Toshkentda qator plastmassa zavodlari faoliyat ko'rsatmoqda, jumladan, maxsus rezina-texnika zavodi, deraza romlari yasaydigan (PVX kompozitsiyasidan), quyosh nuridan saqlaydigan uskunalar tayyorlanadigan zavodlar va h.k.

Qarshi shahridagi «Termoplast» zavodi yiliga 10 ming tonnadan ortiq PE va PVX materiallarini qayta ishlash imkoniyatiga ega. Ulardan asosan gaz va suv quvurlari, plyonkalar olinadi.

Farg'ona va Andijon shaharlarida ham shunday zavodlar ishlab turibdi.

Polimerlar, taxminan, 1970- yillardan boshlab ishlab chiqarila boshlangan bo'lib, hozirgi vaqtda «Navoiyazot» zavodida poliakrilnitril, poliakrilatlar, Farg'onada har xil furan smolalari, poliamid-6, asetilselluloza, Namanganda KMS va Qashqadaryoda Sho'rtangaz kimyo majmuasida polietilen (yiliga 125 ming tonna) ishlab chiqarish korxonalari faoliyat ko'rsatmoqda.

Mazkur kursning vazifasi bo'lg'usi mutaxassislarni plastmassalarni qayta ishlashda qo'llaniladigan har xil zamonaviy metodlar bilan tanishtirish va ularning fizik-kimyoviy va texnologik asoslari nimalardan iborat ekanligini tushuntirib berishdan iboratdir.

Plastmassani qayta ishlash texnologiyasi mustaqil ilmiy-texnologik yo'nalish bo'lib, boshqa fanlar: «Sintetik va tabiiy yuqori molekular birikmalar kimyoviy texnologiyasida qo'llaniladigan xomashyo va materiallar», «Sintetik hamda tabiiy yuqori molekular birikmalar kimyoviy korxonalar jihozlari va loyihalash asoslari» fanlari bilan chambarchas bog'liq holda o'tiladi. 1-jadvalda plastmassa buyumlar olishda bajariladigan ishlar tartibi keltirilgan.

## Plastmassadan buyumlar olishda bajariladigan ish tartibi

T/r	Bajariladigan ishlar tartibi	Kim bajaradi *
1	Buyumni ekspluatatsiya qilish shartlarini analiz qilish Plastmassa buyumni ekspluatatsiya qilish uchun qo'yiladigan talablarni aniqlash	1
2	Plastmassaning ekspluatatsiya talablaridan kelib chiqqan holda turini aniqlash	1, 2
3	Plastmassadan buyum tayyorlash uchun uni qayta ishlash usulini tanlash	3
4	Qayta ishlash uskunasi va o'lchamini aniqlash	3
5	Plastmassaning baza markasi (rusumi)ni tanlash	1, 2
6	Texnologik moslamani konstruksiyalash	1, 4
7	Aniq bir plastmassa turidan buyum tayyorlash texnologiyasini ishlab chiqish	3
8	Buyumning aniq ekspluatatsiya sharoitida ishlash xususiyatini aniqlash	1, 5
9	Plastmassadan olingan buyumning texnik-iqtisodiy samaradorligini aniqlash	1, 5
10	Texnologik moslamani tayyorlash vasozlash	4, 3, 2
11	Buyumning tajriba partiyasini ishlab chiqish, uni stendlarda tekshirib ko'rish va plastmassa to'g'ri tanlanganligi to'g'risida xulosa chiqarish	1, 2, 3, 4, 5

- \* 1 – buyumni konstruksiyalash bo'yicha mutaxassis;  
 2 – plastmassani qo'llash bo'yicha mutaxassis;  
 3 – plastmassani qayta ishlash bo'yicha mutaxassis;  
 4 – moslamani konstruksiyalash bo'yicha mutaxassis;  
 5 – iqtisodchi mutaxassis.

# **1-BOB. PLASTMASSALARDAN BUYUMLAR ISHLAB CHIQRISH**

## **1.1. Buyumlar ishlab chiqarish usullarining sinflarga bo'linishi**

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 (30 dan ortiq), ularni sinflarga bo'lish zarurligini taqozo etadi.

Bunda Mak-Kelvi tomonidan taklif qilingan, turli usullarni bir xil guruhlariga birlashtirish yo'li to'g'riroq hisoblanadi. Bunda birinchi guruhga faqat fizik jarayonlarga asoslangan usullar, ikkinchi guruhga faqat kimyoviy jarayonlarga asoslangan usullar, uchinchi guruhga esa fizik-kimyoviy jarayonlarga asoslangan usullar kiritilgan.

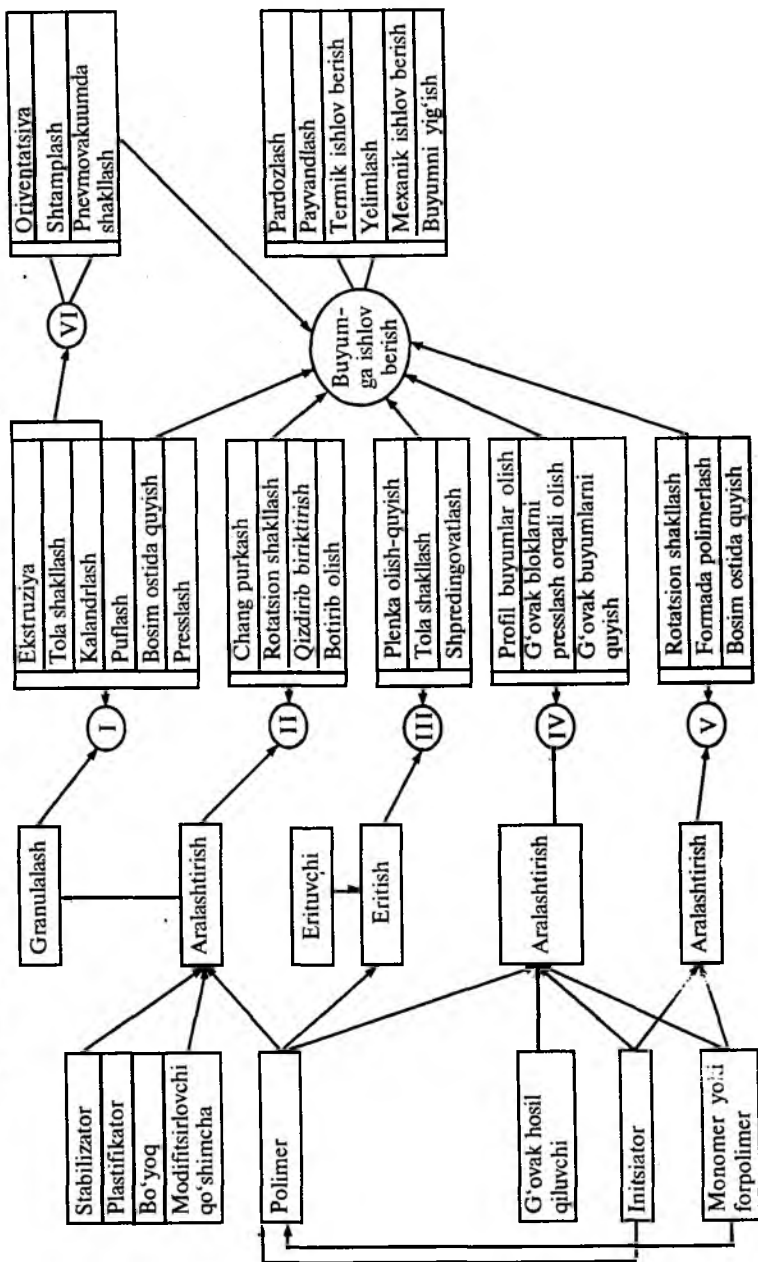
Polimer moddalarning dastlabki holati, ularning tarkibi, shuningdek, turli fizik-kimyoviy jarayonlarga asoslangan usullarning sinflarga bo'linishida keltirilgan.

Birinchi (I) guruhga bir xil fizik o'zgarishga asoslangan — ekstruziyalash, kalandrlash, bosim ostida quyish va boshqa jarayonlar kiritilgan (2- jadval). Bunda buyumlarning shakl olishi qovushqoq-oquvchan holatda bo'lgan polimerning deformatsiyalanib sovitilishi hisobiga amalga oshadi. Bu jarayonlar qovushqoq-egiluvchan (вязкоупругий), 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.

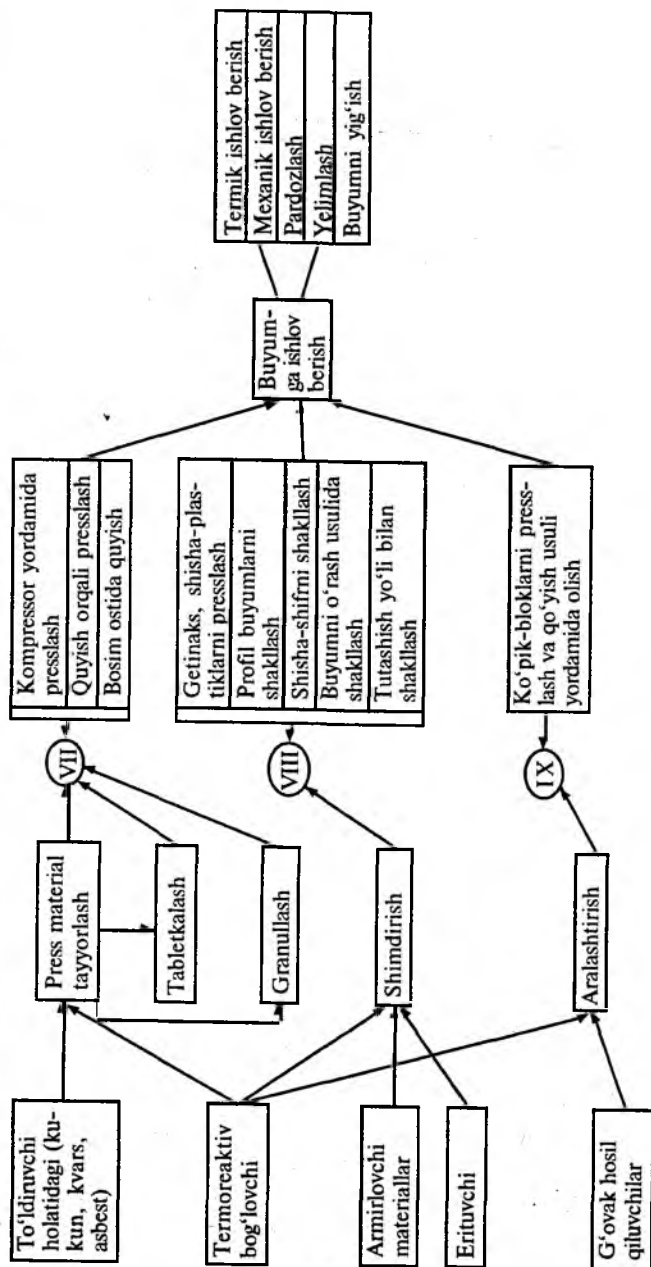
Qayta ishlashning ikkinchi (II) guruhi umumiy diffuziyon-adeziv jarayonlarni (rotatsion shakllash, changlash va boshqalar) o'z ichiga oladi. Ayni paytda buyumlar kukunsimon massalar va plastmassalarni harorat ta'sirida suyultirish va qotirish yo'li bilan tayyorlanadi.

Mustaqil guruhlariga (III) eritmalardan buyumlar olish (plyonkalar quyish, tolalar shakllash, shpredinellash kabi) texnologik jarayonlari birlashtirilgan.

## Termoplastik polimer materiallardan buyumlar ishlab usullarining sinflarga bo'linishi



## Termoreaktiv polimer materiallardan buyum olish usullarining sinflarga bo'linishi



Polimer kompozitsiyalarni ko'piklash, shuningdek, polimerlar yoki suyuq formopolimerlarni ma'lum shaklda polimerlash guruhga (V) birlashtirilgan.

IV guruhning barcha jarayonlari uchun polimerizatsiya yoki polikondensatsiya reaksiyalari qonuniyatlari xarakterlidir. Monomer initsiator yoki katalizator bilan aralashtiriladi va suyuq holatda shaklga quyiladi, natijada kimyoviy reaksiya sodir bo'lib polimer hosil bo'ladi. Shaklda monomerlarni polimerizatsiyalash usulida list holatidagi materiallar (organik shisha-list), shuningdek, turli konfiguratsiyadagi buyumlar olinadi (masalan, kaprolanlar). Oriyentatsiya, pnevmovakuum shakllash va shtamplash usullarida yuqori elastik holatdagi list va plyonka materiallar qayta ishlanadi (VI). Ular kalandrlash yoki ekstruziya usullari bilan olinadi. Bu usullar uchun polimerlarning cho'zilishdagi deformatsiyasi, rekristallanishi va oriyentatsiyasi xosdir. Shuning uchun ular VI guruhga birlashtirilgan.

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

Termoreaktiv materiallarni qayta ishlash usullari ham shunga o'xshash sinflarga bo'lingan. Bunda buyumlarni pressmateriallardan yoki ayrim komponentlardan (suyuq polimerlar, to'ldiruvchilar, armirlovchi materiallar) tayyorlash mumkin.

VII guruhning barcha usullarida 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 fizik-kimyoviy qonuniyatlarni (nonyuton suyuqlikning qovushqoq oqishi va bog'lovchi yordamida qotish kimyoviy reaksiyasi) o'z ichiga olgani uchun bir guruhga birlashtirilgan.

Suyuq bog'lovchilar shimdirilgan, so'ngra qotirilib armirlanadigan materiallarga ma'lum konfiguratsiya berib olinadigan usullar VIII guruhga birlashtirilgan.

Ko'piradigan termoreaktiv kompozitsiyalardan buyumlar tayyorlash maqsadida qo'llaniladigan qayta ishlash usullari IX guruhga kiritilgan. Bu usullarning 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 (ta‘minlash);
- 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.

### *Nazorat savollari*

1. Termoplastlardan buyum olish usullari qanday sinflarga bo‘linadi?
2. Termoreaktiv materiallardan buyum olish usullari qanday sinflarga bo‘linadi?
3. Termoplastlarning termomexanik egri chizig‘i qanday va bu o‘rsatkich bo‘yicha buyum qanday olinadi?
4. Qattiq holatdagi termoplastlardan qanday usul bilan buyum olish mumkin?
5. Yuqori elastik holatda buyumning qanday xossasini oshirish mumkin?
6. Qaysi usul bilan buyum olishda polimerda faqat fizik o‘zgarishlar bo‘ladi?
7. Monomer va oligomerlardan buyum olishda qanday o‘zgarishlar bo‘ladi?

## **2-BOB. POLIMER KOMPOZITSİYALAR TAYYORLASH TEXNOLOGIYASI**

### **2.1. Polimer kompozitsiyalar haqida tushuncha**

Bu texnologiyaga muvofiq dastlab, yuqorida qayd etilganlarga ko'ra, kompozitsiya tarkibini aniqlash lozim. So'ng tarkibga kiruvchi xomashyolar aralashtiriladi.

Undan oldin zavod laboratoriyasida PMK tarkibiga kiruvchi komponentlarning texnologik xossalarini aniqlash kerak. Bu xossalar ayrim paytlarda xomashyoni kiritishdagi tekshirish ko'rsatkichlari deb ataladi.

Komponentlarning analiziga quyidagilar kiradi: zichligi, sochiluvchanligi, granulometrik tarkibi, namligi, tabiiy qiyshayish burchagi, sochilish zichligi, zichlantirilgan materialning zichligi.

Aralashtirish texnologik jarayon bo'lib, unda birin-ketin komponentlar qo'shiladi va ularning xossalari kerakli tomonga yo'naltiriladi, kompozitsiya gomogenlashtiriladi.

Aralashtirish, asosan, ikki xil bo'ladi: makrodarajada, bunda sochiluvchan yoki qattiq zarrachalar suyuqlikda aralashtiriladi; mikrodarajada, bunda zarrachalar oquvchan holatda aralashtiriladi. Bunda bir turdagi massa hosil bo'ladi. Aralashtirish natijasida kompozitsiyaning fizik holati ham o'zgarishi mumkin (erish, suyuqlanish) hamda kimyoviy reaksiya borishi uchun (polimerni initsiator yoki qaytaruvchi bilan aralashtirish) sharoit yaratiladi.

Aralashtirish lozim bo'lgan komponentlarning holatiga qarab quyidagi usullar qo'llaniladi:

- sochiluvchan moddalarni aralashtirish;
- sochiluvchan yoki suyuq moddalarni aralashtirish;
- suyuqliklarni aralashtirish;
- polimerlarni oquvchan holatda aralashtirish.

*Sochiluvchan holatdagi moddalarni aralashtirish usuli* ko'pincha polimerlarga pigmentlar purkashda qo'llaniladi. Bu jarayon asosan vals yoki ekstruderlarda amalga oshiriladi. Quruq holatda aralashtirish maxsus aralashtirgich-barabanlarda amalga oshiriladi. Bu usul to'ldiruvchi va polimer kukun holatida bo'lganda va ikkilamchi xomashyo qo'llanganda qo'l keladi.

*Sochiluvchan va suyuq komponentlarni aralashtirish usuli* ko‘pincha plastifikatorlarni, erituvchilarni, rang beruvchi moddalarni aralashtirishda qo‘llaniladi. Tayyorlangan kompozitsiya pasta holatida bo‘ladi. Bu jarayon, aralashtirilayotgan massa uskunaning devoriga yopishib qolmasligi uchun, maxsus aralashtirgichlarda amalga oshiriladi.

*Polimerlarni oquvchan holatda aralashtirish usulida* bir tekisda aralashtirish sodir bo‘ladi, chunki aralashtirish polimerlarning oquvchanlik haroratidan sal yuqoriroq haroratlarda olib boriladi. Bu jarayon valslarda amalga oshiriladi. Gomogenlashga erishish uchun massani bir necha marta valslar oralig‘idan o‘tkazish kerak. Valslar oralig‘ini o‘zgartirish mumkin. Bu yerda valslarning bir-biriga nisbatan tezligiga (friksiya) ham e‘tibor berish kerak.

## **2.2. Polimer kompozitsiyasini granula holatiga aylantirish**

*Granulalash* – polimerni sochiluvchan donador mahsulotga aylantirishdir. Granulalash sochilgan holatdagi zichlikning qiymatini oshirib beradi: material granulalari deyarli bir xil o‘lchamga ega (3–5 mm). Sochilgan holatdagi hajmiy og‘irlikning ortishi granuladan buyum tayyorlovchi agregatning ishlab chiqarish unumdorligini oshiradi.

Granulalash jarayoni quyidagilardan iborat: kukun holatidagi polimer yoki PKM silindrga solinadi, ma‘lum harorat ta‘siri ostida material oquvchan holatga o‘tadi, shnek yordamida massa shakllovchi kallak orqali o‘tib tasma yoki sim shaklida uzluksiz siqib chiqariladi, sovitilib kesib granulaga aylantiriladi. Bunday agregatlar granulator deb yuritiladi.

## **2.3. Tabletkalash**

Termoreaktiv kompozitsion materiallar ko‘pincha sochiluvchan holatda bo‘ladi. Ulardan bu holatda foydalanish ancha noqulay. Shuning uchun ular oldindan zichlab tabletkalash holiga keltiriladi. Bu jarayon ftoroplastlar uchun ham qo‘llaniladi.

Tabletkalash maxsus gidravlik (avtomatlashtirilgan) presslarda bajariladi. Xona haroratida press-kukunlar ma‘lum o‘lcham va shakldagi, havodan ozod bo‘lgan, jiplashgan massaga aylanadi.

Tolasimon press materiallardan shnekli agregat orqali ma'lum (arqon) shaklga ega bo'lgan tabletka olish mumkin.

Tabletkalash press-kukunlarning sochilib isrof bo'lishini kamaytiradi. Tabletkalar tezroq isiydi, issiqlikning atrof-muhitga tarqalishi kamayadi va o'lchab berish osonlashadi. Natijada presslash usuli bilan olingan buyumni olish davri qisqaradi.

### **2.3. Polimer materiallarni oldindan qizdirib olish**

Bunda termoreaktiv materiallardan presslash usuli bilan buyum olinadi hamda vakuumda va pnevmatik shakllanadi; list va plyonkalar oriyentatsiyalanadi. Payvandlash yuqori haroratda amalga oshiriladi.

Dastlabki qizdirib olish plastmassani qayta ishlash texnologiyasida muhim ahamiyatga ega. Buyumlarning sifati, agregatning ish unumdorligi tabletkalarni baravar qizdirib olishga bog'liq. Dastlabki qizdirib olish buyumlar olishda yuqori harorat ta'siridagi destruksiyani, presslash vaqtini ham kamaytiradi.

Masalan, list materiallardan buyum olishda agar material bir xil qizdirilmasa, makromolekulalarning oriyentatsiya darajasi qoldiq kuchlanish hisobiga har xil bo'ladi, natijada buyumlarda mikrodarzarlar va buzilish yuzaga keladi. Polimer materiallarning issiqlik o'tkazuvchanligi past bo'lgani uchun qotirish jarayoni qiyinlashadi. Bunda presslashda faqat material yuzasi qiziydi. Dastlabki qizdirib olish jarayoni birlamchi pressovka (подпрессовка) va presslash vaqtini kamaytiradi, bunda buyum yuzasida pufakchalar hosil bo'lmaydi.

Dastlabki qizdirib olish jarayonini qurilish shkaflari yoki yuqori chastotali qurilmalarda va infraqizil issiqlik beruvchilarda amalga oshirish mumkin.

Yuqori dielektrik xossalari polimer materiallar qurilish shkaflarida qizdiriladi. Bundan tashqari qurilish shkaflarida tiniq listlarni qizdirib olish ham maqsadga muvofiq, chunki infraqizil qizdirish samarasizroq.

Material yuqori chastotali toklar bilan qizdirilganda, u kondensator plastinalari orasiga joylashtiriladi. Tabletka ko'rinishidagi material yerga ulangan (заземление) kondensatorga joylanadi. Plastinkalar yuqori chastotali tok generatoriga ulanganda plastinkalar orasida kuchlanish elektor maydoni hosil bo'ladi:

$$|E| = U / H,$$

bu yerda:  $U$  – beriladigan kuchlanish, V;  
 $H$  – plastinalar orasidagi masofa, m.

Materiallarni yuqori chastotali tokda qizishi ularning tuzilishiga bog'liq. Qutblanmagan polimerlar (PE, PS, fluoroplastlar) yuqori chastotali elektr maydonida qizdirilmaydi. Shuning uchun ular yuqori chastotali tok izolyatorlari sifatida ishlatiladi. Qutblangan polimerlar (PVX, FFS) elektr maydonida juda tez qizdiriladi. Polimerlarning yuqori chastotali tokda qizdirilishga moyilligini ularning  $\mu_{tgb}$  hosilasiga teng bo'lgan dielektirik yo'qotish qiymati orqali aniqlash mumkin ( $\mu$  – dielektrik singdiruvchanlik). Bu hosila qancha katta bo'lsa, shuncha ko'p elektr energiyasi issiqlik energiyasiga aylanadi.

Yuqori chastotali qurilmalar to'la quvvatidan foydalanganimizda termoreaktiv materiallarni qizdirish vaqti odatda 20–30 sek ni tashkil qiladi. Bunda qizdirilgan material harorati 120–130°C bo'ladi. Bu reaktoplastlarning qotirish vaqtini 20–30% ga kamaytiradi va birlamchi presslash soni qisqaradi, natijada gidravlik press va press-forma (shakl)ning yedirilishi kamayadi.

### *Nazorat savollari*

1. Qaysi turdagi plastmassalar granulalanadi?
2. Qaysi plastmassalar tabletkaga aylantiriladi va nima uchun?
3. Plastmassalarni tabletka yoki granula holatida ishlatish qanday afzalliklarga ega?
4. Qaysi turdagi plastmassalar TVCH yordamida qizdiriladi?
5. Polietilen yoki polistirolni TVCH yordamida oldindan qizdirish mumkinmi, nima uchun?
6. Qanday materiallar armirlangan polimer material deb aytiladi, ular qanday o'ziga xos xossalarga ega?
7. Qanday materiallar ko'pikli polimer material deb aytiladi, ularning asosiy xossalari nimalardan iborat?
8. Armirlangan plastik tayyorlashda to'ldiruvchi qanday shaklga ega bo'lishi kerak?
9. Ko'pikli va armirlangan material olishda qanday bog'lovchi moddalar ishlatiladi?

### 3-BOB. PLASTMASSALARNING TEXNOLOGIK XOSSALARI

Polimer va ular asosida tayyorlangan materiallarni qayta ishlash usullari va texnologik jarayonlarining parametrlarini belgilashda materialning texnologik xossalari hisobga olinishi lozim, ular quyidagilardan iborat: oquvchanlik, namlik, qotish vaqti, disperslik, kirishish, tabletkalanish, hajmning xarakteristikalari va boshqalar.

Texnologik xarakteristikalar o'lchamiga qarab qayta ishlashning yangi usullarini, texnologik jihozlarni ishlab chiqish mumkin.

**Solishtirma hajmni aniqlash.** Material egallagan hajmning uning massasiga nisbati solishtirma hajm deb ataladi. Bu ko'rsatkich kukunsimon materiallar uchun xosdir. Uning o'lchov birligi  $\text{sm}^3/\text{g}$  bilan ifodalanadi:

$$V = \frac{200}{m},$$

bu yerda:  $m$  – 200 ml hajmdagi kukunsimon moddaning massasi, g; 200 – maxsus silindrning hajmi.

Materialning solishtirma hajmi qanchalik kichik bo'lsa, uni qayta ishlash shuncha qulay bo'ladi (havo miqdori kam bo'lib, sifatli buyum olish uchun qulay sharoit yaratadi).

**Hajm massasini aniqlash.** Hajm birligiga to'g'ri kelgan massa hajm massasi deb ataladi. Bu ko'rsatkich ko'pik va ko'pik-plastlar uchun aniqlanadi. Hajm massasi quyidagi formula yordamida topiladi:

$$\gamma_0 = \frac{m}{V},$$

bu yerda:  $m$  – namuna massasi, g;  $V$  – namuna hajmi (chiziqli o'lchamlari orqali topiladi).

**Polimer materiallarning disperslik darajasi va bir jinsliliğini aniqlash.** Polimer materiallarning granulometrik tarkibi, ya'ni disperslik darajasi turli o'lchamdagi zarrachalarning mavjudligi bilan xarakterlanadi. Disperslik darajasi % bilan ifodalanadi va u sinash uchun olingan materialda ma'lum o'lchamdagi zarrachalardan qancha borligini ko'rsatadi. Material dispersligi qancha kam bo'lsa, u shunchalik bir jinsli hisoblanadi va uni qayta ishlab buyumga aylantirish ham shuncha oson bo'ladi.

**Plastmassalarning kirishishini aniqlash.** Ma'lumki, har qanday buyum qizdirilganda kengayib, sovitilganda esa torayish xususiyatiga ega. Termoplastik va termoreaktiv plastmassalardan buyum yasalganda doimo kirishish ro'y beradi. Namuna (buyum) o'lchamlari qolipning mos o'lchamlaridan doim kichik bo'ladi. Bu ko'rsatkich plastmassalardan mashinasozlikda foydalaniladigan detallarni ishlab chiqarishda hamda plastmassalarni qayta ishlashda hisobga olinadigan muhim xarakteristika hisoblanadi. Kirishish texnologik jarayonda — haroratning pasayishida (qoliplanib bo'lishi bilan) sodir bo'ladi, shu tufayli buyumni qolipdan olish osonlashadi.

Kirishishga quyidagilar sabab bo'lishi mumkin: sovitish, makromolekulalarning oriyentatsiyalanishi, reaktoplastlarning qotishi, uchuvchan moddalarning bo'lishi va boshqalar.

Termoplastlar uchun bular ichida eng asosiysi sovitish jarayonidir. Demak, kirishish eng asosiy texnologik va ekspluatatsion xarakteristikalaridan biridir. Odatda, kirishish deganda hajmning kamayishi yoki o'lchamlarning kichrayishi tushuniladi. Kirishish quyidagi formula orqali topiladi:

$$S = (l_1 - l) \cdot 100/l \%,$$

bu yerda:  $l$  — namuna o'lchami mm;  $l_1$  — qolip o'lchami, mm.

**Suv shimuvchanligini aniqlash.** Suv shimuvchanlik — ma'lum harorat va vaqt mobaynida suv ichida turgan biror namunaga shimdirilgan suv miqdoridir. U mg yoki protsent hisobida ifodalanadi va tekshirilayotgan namunaning qanchalik g'ovakliligini bilish imkonini beradi.

Xuddi shunga o'xshash plastmassalarning moy, benzin va boshqalarga chidamliligini ham aniqlash mumkin.

**Oquvchanlik va ularni aniqlash usullari.** Oquvchanlik materialning ma'lum harorat va bosim ostida oqib, qolipni to'ldirish xususiyatidir. Uni aniqlash uchun turli usullardan foydalaniladi.

Polimerlarning oquvchanlik darajasiga ko'ra buyumlarni presslash yoki quyish uchun kerakli solishtirma bosim topiladi. Solishtirma bosim oquvchanlikka teskari proporsional bo'lgan miqdordir. Oquvchanligi yuqori bo'lgan materiallardan murakkab shaklli va armaturali buyumlar olish juda qulay hisoblanadi.

Plastmassalardagi oquvchanlik polimerlarning tabiati, to'ldi-

ruvchining turi va miqdoriga hamda plastifikator, moylovchi modda va boshqa qo'shimchalarning mavjudligiga ham bog'liq.

Termoreaktiv press materiallarning oquvchanligi, Rossiya standarti bo'yicha «Рашит» press-qolipda olingan sterjenning uzunligini (mm) topishga asoslangan.

Termoreaktiv materiallarning qovushqoq-oquvchan xossalarini va qotish vaqtini Kanavsya-Seytlin usuli bilan ham aniqlash mumkin. Bu usullar qovushqoq-oquvchan holatdagi materialning siljish kuchlanishi, qovushqoq-oquvchan holatning davomiyligi, materialning qotish vaqti, shuningdek, ular haroratining siljish va siljish tezligiga bog'liqligini o'rganishga asoslangan.

Termoplastik polimerlarning oquvchanlik ko'rsatkichi suyuqlanma indeksi (PTR, MI) degan tushuncha bilan ifodalanadi.

Suyuqlanma oqish ko'rsatkichi sifatida berilgan harorat va tegishli yuk bosimi ostida 10 minut davomida soplodan o'tgan massa miqdori qabul qilingan, u quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$i = 10 \cdot Q.$$

Bu yerda:  $Q$  — oqib tushgan polimer miqdori, g;

10 — siqib chiqarish vaqti, minut;

$i$  — miqdori bo'yicha polimerning qayta ishlash dastlabki usuli.

**Zichlanish koeffitsiyentini aniqlash.** Amalda ko'pincha kukunsimon, granula va tolasimon polimer materiallarni qayta ishlash jarayonida ularning zichlanish koeffitsiyentlarini topishga to'g'ri keladi.

Zichlanish koeffitsiyenti — ma'lum miqdordagi qoliplanadigan massani qoliplash vaqtida uning hajmining o'zgarishini ifodalaydi.

**Uchuvchan moddalar miqdori va namligini aniqlash.** Buyum ko'rinishiga keltirilgan polimerlar tarkibida ma'lum miqdorda uchuvchan moddalar va namlik bo'lishi mumkin. Ularning miqdori qancha ko'p bo'lsa, buyum olish jarayoni shuncha qiyinlashadi.

Material tarkibidagi namlik va uchuvchan moddalar ma'lum massadagi polimerni quritish shkaflarida quritishdan oldingi va keyingi massalarning ayirmasiga qarab aniqlanadi.

$$X = \frac{(m_1 - m)}{(m_2 - m)} \cdot 100\%,$$

bu yerda:  $m_2$  – polimer solingan byuksning quritishgacha bo‘lgan massasi g;  $m_1$  – polimer solingan byuksning quritilgandan keyingi massasi, g;  $m$  – bo‘sh byuksning massasi, g;

**Polimerlarning termo-mexanik egri chizig‘i.** Ma‘lumki polimerlar harorat ta‘sirida shishasimon, elastik va oquvchan holatlarda bo‘ladi. Bu holatlar qayta ishlash sharoitini belgilashda muhim rol o‘ynaydi hamda olingan buyumlarni ekspluatatsiya qilish sharoitini ham belgilaydi. Shuning uchun polimerlar turli maxsus qurilmalarda polimer deformatsiyasi harorati ta‘sirida o‘rganiladi va haroratga bog‘liqlik grafigi chiziladi. Bu grafik «Termomexanik egri chiziq» deb ataladi.

### *Nazorat savollari*

1. Termoplastlarning texnologik xossalariga qaysi ko‘rsatkichlar kiradi?
2. Reaktoplastlarning texnologik xossalariga qaysi ko‘rsatkichlar kiradi?
3. Qaysi plastmassalar PTR ga xos, o‘lchov birligi qanday?
4. PTR orqali buyum olish usulini tanlashni tushuntirib bering.
5. Qayta ishlash jarayonida plastmassalarning granulometrik tarkibi qanday rol o‘ynaydi?
6. Qayta ishlatiladigan termoplastlarning namligi jarayonga qanday ta‘sir ko‘rsatadi?
7. Oquvchanlik ko‘rsatkichiga qarab PTR buyum olish usulini tanlashni tushuntirib bering?
8. Nima hisobiga plastmassalarni qayta ishlashda uchuvchan moddalar paydo bo‘ladi?
9. Rashig usulida oquvchanlikni aniqlashda oquvchanlikning plastmassa tarkibiga qanday bog‘liqligi bor?

## **4-BOB. PLASTMASSADAN OLINGAN BUYUMLARNING EKSPLUATATSION XOSSALARI**

Polimerlarning fizik va mexanik xususiyatlari ularning ekspluatatsiya sharoitiga katta ta'sir ko'rsatadi. Quyida plastmassalarning issiqlik-fizik va fizik-mexanik xossalari qanday aniqlanishiga to'xtalib o'tamiz. Bu ko'rsatkichlar ularni ishlab chiqarishda standart belgilar bilan baholanadi.

### **4.1. Plastmassalarning issiqlik-fizik xossalari**

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.

### **4.2. Plastmassalarning fizik-mexanik xossalari**

Plastmassalarning hajmiy og'irligi bo'lishiga qaramay ular ma'lum mustahkamlikka ega. Plastmassalarni ishlatish paytida ularga turli xil kuchlar (yuklama) ta'sir qilishi mumkin. Bu vaqtda buyumda har xil deformatsiyalar (cho'zilish, egilish, siqilish) paydo bo'ladi. Shuning uchun plastmassadan tayyorlangan buyumlar bunday deformatsiyalarni vujudga keltiruvchi kuchlarga bardosh berish yoki bera olmasligini bilish muhimdir.

Plastmassalarning mexanik xossalari ularni zo‘riqish ostida sinash orqali topiladi.

Plastmassa namunalarning mexanik xossalarini ikki yo‘nalishda aniqlash mumkin:

- qisqa muddatli yuklama ostida mustahkamlikka sinash;
- qisqa muddatli yuklama ostida deformatsiyalanishga sinash.

Plastmassalarning fizik-mexanik xossalariga quyidagilar kiradi:

**Cho‘zilishga sinash** — plastmassalarning cho‘zilishga bo‘lgan mustahkamlik chegarasi ( $\sigma_{\text{cho‘z}}$ ) dir. U eng yuqori cho‘zuvchi kuchning namuna ko‘ndalang kesimi yuziga nisbati bilan aniqlanadi (MPa):

$$\sigma_{\text{cho‘z}} = \frac{P_u}{bh}, \quad \sigma_{\text{cho‘z}} = \frac{P_{t,r}}{bh};$$

bu yerda:  $P_u$  — namuna uzilgan vaqtdagi kuch, H;  $b$  — namuna ish qismining eni, sm;  $h$  — namuna ish qismining qalinligi, sm;  $P_{o, ch}$  — oqish chegarasi boshlanishidagi kuch, N.

Namunaning uzilish vaqtidagi nisbiy uzayishi ( $E_{\text{cho‘z}}$ ) va oqish chegarasiga mos kelgan nisbiy uzayishi ( $E_{\text{cho‘z.oq}}$ ) quyidagi formulalar yordamida topiladi:

$$E_{\text{cho‘z}} = \frac{\Delta l_{\text{cho‘z}}}{l_0} \cdot 100, \quad E_{\text{cho‘z.oq}} = \frac{\Delta l_{\text{cho‘z.oq}}}{l_0} \cdot 100,$$

bu yerda:  $\Delta l_{\text{cho‘z}}$  — uzilishdagi namuna bazasi uzunligining ortgan qismi, mm;

$\Delta l_{\text{cho‘z.oq}}$  — oqish chegarasidagi namuna bazasi uzunligining ortgan qismi, mm;

$l_0$  — namuna bazasining dastlabki uzunligi, mm;

**Siqilishga sinash** — namunalarning sinib tushgunga qadar siquvchi kuchlar ta‘siriga qarshilik ko‘rsata olish xususiyati plastmassalarning siqilishga bo‘lgan mustahkamlik chegarasi deb ataladi.

Sinash paytida quyidagi kuchlar aniqlanadi:

siqilishdagi buzuvchi kuchlanish (MPa) — namunani buzadigan yoki uni darz ketkazadigan yuklamaning namunaning dastlabki ko‘ndalang kesim yuziga nisbati;

• siqilishdagi oqish chegarasi (MPa) – ta’sir etuvchi kuch miqdori oshmasa ham deformatsiya ortishida ro’y beradigan yuklama miqdorining namunaning dastlabki ko’ndalang kesimi yuzasiga nisbati.

Siqilishdagi buzuvchi kuchlanish ( $\sigma_{b.k.}$ ), siqilishdagi oqish chegarasi ( $\sigma_{s.och}$ ) quyidagi formulalar yordamida topiladi:

$$\sigma_{b.k} = \frac{P}{F}; \quad \sigma_{s.och} = \frac{P_1}{F},$$

bu yerda:  $P$  – buzuvchi kuch, N;  $P_1$  – ta’sir kuchi oshmasa ham deformatsiya o’sishi ro’y bergan vaqtdagi kuch, N;  $F$  – namuna ko’ndalang kesimining yuzi,  $\text{sm}^2$ .

**Statik egilishga sinash.** Mo’rt materiallarni cho’zilishga va siqilishga sinash juda qiyin. Shuning uchun bunday materiallarning deformatsiya mustahkamlik xarakteristikasini topish uchun ular faqat egilishga sinaladi.

Materiallarning eguvchi yuklama ta’siriga qarshilik ko’rsata olish xususiyati statik egilishga mustahkamlik deb ataladi. Bu chegaradan o’tgandan so’ng namuna sinib ketadi.

Egilishdagi uzuvchi kuchlanish:

$$\sigma_{eg} (\sigma_{eg.maks}) = \frac{M}{W} \text{ (MPa)},$$

bu yerda:  $\sigma_{eg.maks}$  – egilishdagi maksimal kuchlanish;  $M$  – eguvchi moment, MPa;  $W$  – namuna kesimining qarshilik momenti,  $\text{sm}^3$ ;

$$M = \frac{P_{eg} \cdot L_v}{Y},$$

bu yerda:  $P_{eg}$  – eguvchi yuklama miqdori, H;  $L_v$  – tayanchlar orasidagi masofa, sm.

**Plastmassalarni ikki tayanch orasida zarbiy egilishga sinash.** Plastmassalarning zarbiy kuchlarga bo’lgan mustahkamligi uning eng muhim xossalaridan biridir. Zarbiy mustahkamlik ko’pincha

plastmassalarni sinflarga bo'lishda asosiy omil bo'lib xizmat qiladi. Zarbga bo'lgan mustahkamlikni aniqlash uchun mayatnikli koper ishlatiladi. Mustahkamlik namunani sindirish vaqtida sarf bo'lgan ish miqdori bilan o'lchanadi. Plastmassaning zarbiy mustahkamlik ko'rsatkichidan har xil materiallar puxtaligini solishtirishda foydalaniladi.

Zarbiy qovushqoqlikni ikki tayanchli zarbiy egilishga sinash zarbiy qovushqoqlikni aniqlashning keng tarqalgan usullaridan biridir. Bu usul bilan faqat sinadigan namunalar tekshiriladi va uning qiymati quyidagicha topiladi:

$$a_n = \frac{A}{b \cdot h},$$

bu yerda:  $A$  – namunani sindirish uchun sarf bo'lgan ish miqdori, J; ( $1 \text{ kg} \cdot \text{sm}/\text{sm}^2$ ),  $b$  – namunaning eni, sm;  $h$  – namunaning qalinligi, sm.

***Plastmassalarni ko'p marta takrorlanadigan egilishga sinash.*** Ko'pincha elastik polimer materiallar ko'p takrorlanadigan o'zgaruvchan yuklar ta'siri ostida bo'ladi. O'zgaruvchan yuklar ta'siri ostida hosil bo'ladigan darzning kattalashuvi natijasida plastmassa materialning buzilib borishi toliqish deb ataladi. Bu xossa maxsus uskunada aniqlanadi.

***Zarbiy qovushqoqlikni Dinstat asbobida aniqlash.*** Bunda o'lchamlari kichik bo'lgan namunalar ishlatiladi. Undan tashqari bu asbob yordamida plastmassa namunalarini statik egilishga ham sinash mumkin.

***Qisqa muddatli yuklama ostida deformatsiyalanishga sinash.*** Plastmassa buyumlarning deformatsiyalanishi, ya'ni ular shakl va o'lchamlarining tashqi kuch ta'sirida yoki kuchlanish sababli o'zgarishi ularning ekspluatatsion xossalarini aniqlovchi asosiy omillardan biridir. Deformatsiya xossalarini e'tiborga olmay, u yoki bu buyumni tayyorlash uchun shakl beriladigan materialni to'g'ri tanlash mumkin emas.

Odatda, deformatsiya jarayonida material strukturasi o'zgaradi va buyumning deformatsiya xossasi materialning strukturasi va uning o'zgarishiga bog'liq bo'ladi. Injenerlik nuqtayi nazaridan, defor-

matsiyalanish vaqtida materialda ro'yi beradigan hamma strukturaviy o'zgarishlarni ikkiga bo'lish mumkin:

- materialning sinishi bilan bog'liq bo'lgan qaytmas strukturaviy o'zgarishlar (sinish deformatsiyasi);

- deformatsiya jarayonini to'xtatadigan yoki sekinlatadigan qaytar strukturaviy o'zgarishlar (qaytarish deformatsiyasi).

Qisqa vaqtli deformatsiyalanishga sinashdan maqsad – yuklama ta'siri ostida bo'lgan materialning o'zini tutishi va uning elastiklik moduli, qattiqligi, qayishqoqligi va plastikligi kabi xossalarini aniqlashdan iborat.

Deformatsiyalanishga sinash yuqorida qayd etib o'tilgan usul bilan amalga oshirilishi mumkin. Buning uchun «kuchlanish deformatsiyasi» ( $\sigma-E$ ) diagrammasini qurish kerak.

**Elastiklik modulini aniqlash.** Elastiklik moduli ( $E$ ) materialning deformatsiyaga qanday qarshilik ko'rsata olishini ifodalaydi. Elastiklik modulining miqdori tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Bosim ostida quyilgan va ekstruziya usuli bilan olingan namunalarda elastiklik moduli cho'zilish deformatsiyasi, presslab olingan namunalarda esa egilish deformatsiyasi orqali aniqlanadi.

**Qattqlikni aniqlash.** Plastmassaning qattqligi unga boshqa bir materialning juda qattiq botish chuqurligi bilan o'lchanadi.

Qattqlik materialning mexanik xossalaridan biridir. Plastmassalar uchun bu ko'rsatkich metallarga qaraganda bir necha marta kam.

Termoreaktiv smolalar asosida tayyorlangan materiallar eng yuqori qattqlikka ega materiallardir. Polietilen eng kichik qattqlik ko'rsatkichiga ega. Demak, polimerlarning qattqligi va elastiklik moduli orasida ma'lum munosabat mavjud.

Qattqlik Brinell tavsiya etgan usul bilan aniqlanadi va u quyidagi formula orqali topiladi ( $H/m^2$ ):

$$H_B = \frac{P}{\pi Dh},$$

bu yerda:  $P$  – bosuvchi kuch miqdori, H;  $D$  – sharcha diametri,  $sm^2$ ,  $h$  – sharcha segmenti chuqurligi, sm.

### 4.3. Plastmassalarning past haroratlarga chidamliligini egilish deformatsiyasi orqali sinash

Bu usul bilan poliolefinlardan olingan plyonkalar, PVX smolasi asosida tayyorlangan yumshoq materiallar sinaladi.

Plastmassalarning past haroratga chidamliligini egilish orqali sinashda ichida suyuqligi bo'lgan va issiqlikdan izolatsiya qilingan rezervuardan foydalaniladi.

Namunalar tegishli haroratli sovitgichdagi suyuqlik ichida ma'lum bir vaqt ushlab turiladi va ularning holati, ya'ni sinash o'tkazilayotgan namunalar sirtida biror mexanik shikastlanish ro'y bergan yoki bermaganligi kuzatiladi.

### 4.4. Plastmassalarning yonuvchanligini aniqlash

Ko'pincha amalda plastmassalarni yong'inga bo'lgan chidamliligini aniqlashga to'g'ri keladi, bunda ko'p qo'llaniladigan usullardan biri «olovli truba» usulidir.

Bu usul bilan plastmassa namunasi qisqa vaqt ichida ochiq alanga ustida yoqiladi, uning mustaqil yonish va tutab yonish vaqti aniqlanadi hamda uning yo'qotgan massasi hisoblanadi.

### 4.5. Plastmassalarning dielektriklik xossalari

Plastmassalarning dielektrik xossalari solishtirma elektr qarshilik, solishtirma hajmiy elektr qarshilik, elektr mustahkamlik (teshib o'tuvchi kuchlanish), dielektrik yo'qotishning tangens burchagi va dielektrik singdiruvchanlik kabi ko'rsatkichlar bilan xarakterlanadi.

**Elektr mustahkamlikni tekshirish.** Bu ko'rsatkich namuna qalinligining har bir millimetriga mos kelgan teshib o'tuvchi kuchlanish bilan ifodalanadi va quyidagi formula yordamida topiladi:

$$E_m = \frac{U_m}{h} \text{ kg/mm},$$

bu yerda:  $U_m$  — teshib o'tuvchi kuchlanish, kV;  $h$  — namuna qalinligi, mm;

**Dielektrik yo'qotishning tangens burchagi va dielektrik singdiruvchanlikni aniqlash.** Dielektrikning qizishi natijasida yo'qolgan elektr energiyasi elektr yo'qotishning tangens burchagi orqali aniqlanadi. Bu tangens burchagi o'ziga berilgan elektr energiyasini sochish xususiyatini xarakterlaydi. Polimer materiallarda dielektrik yo'qotishning tangens burchagi qanchalik kichik bo'lsa, uning dielektrik xossasi shuncha yaxshi bo'ladi va aksincha.

Dielektrik singdiruvchanlik ( $E$ ) yoki izolatsion materialning dielektrik doimiysi deb, berilgan izolatorli kondensator sig'imining havo izolatorli kondensator sig'imi nisbatiga aytiladi.

**Solishtirma sirt va solishtirma hajmiy elektr qarshilikni aniqlash.** Elektr maydonidagi materialning  $1 \text{ sm}^2$  yuzasidan o'tayotgan tokka qarshilik solishtirma sirt elektr qarshilik  $p_s$  deb ataladi va u Om bilan o'lchanadi.

Solishtirma hajmiy elektr qarshilik deb  $p_h$  elektr maydoniga joylashtirilgan materialning  $1 \text{ sm}^3$  hajmdagi o'tayotgan toki ko'rsatadigan qarshilikka aytiladi va u [Om · sm] bilan o'lchanadi.

#### 4.6. Plastmassalarning sanitar-gigiyenik xossalari

Plastmassalarni qayta ishlash jarayonida, ularni saqlashda va ulardan foydalanishda atrof-muhitga har xil moddalar ajratishi mumkin. Plastmassalarning gigiyenik xarakteristikasi shu ajraladigan moddalarni (umuman plastmassani) odam organizmiga va atrof-muhitga ta'sirini o'rganish va ularning salbiy omillarini minimumga keltirishdan iborat. Buning uchun sanitar-kimyoviy va toksikologik tekshirishlar olib borish kerak. Buning uchun avvalo qaysi sharoitda plastmassadan olingan buyum amalda qo'llanilishini aniqlash lozim.

Plastmassalarni gigiyenik baholash quyidagi bosqichlardan iborat bo'lishi mumkin:

- organoleptik baholash (atrof-muhitga hidli moddalarni ajratish orqali);
- sanitar-kimyoviy baholash (plastmassani atrof-muhitga KMB ajratishi va qancha miqdorda ekanligini bilish orqali);
- toksikologik tekshirish (ajralib chiqqan moddaning hayvon organizmiga ta'sirini o'rganish orqali).

## *Nazorat savollari*

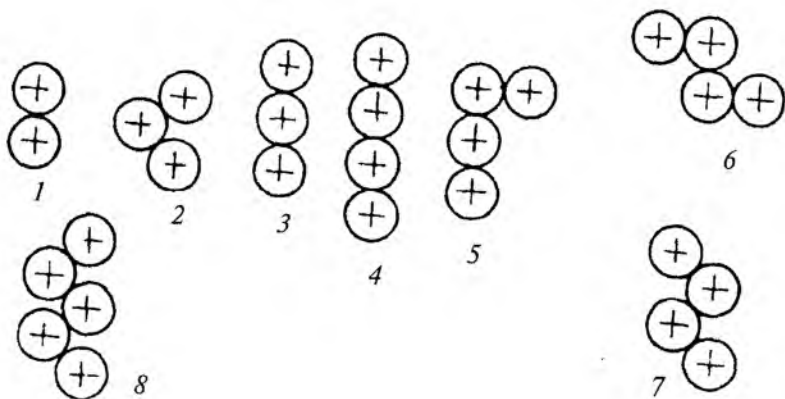
1. Plastmassalarning issiqbardoshligi qanday usullar bilan aniqlanadi?
2. Plastmassalarning zarbga chidamliligi va qattiqligi qaysi usullar bilan aniqlanadi?
3. Elektrotexnikada qo'llash uchun plastmassalar qanday xossalarga ega bo'lishi kerak?
4. Polimerlarni kimyoviy turg'unligi deganda nima tushuniladi?
5. Plastmassalarning cho'zilishga, egilishga, siqilishga chidamliligi qanday qilib va qaysi mashinalarda aniqlanadi?
6. Plastmassalarning qattiqligi qanday usul bilan aniqlanadi; bu ko'rsatkich qanday sinf plastmassalarda yuqori?
7. Qaysi tur plastmassalarda nisbiy cho'zilish yuqori ko'rsatkichga ega va u qanday o'lcham birligida ifodalanadi?
8. Qanday ko'rsatkichlar plastmassalarning dielektrik xossalarini belgilaydi?

## 5.1. Kalandrlash haqida tushuncha

*Kalandrlash* uzluksiz polimer material olishdan iborat jarayondir. Buning uchun polimer yumshatilib, aylanib turgan kalandr vallari orasidan o'tkaziladi. Kalandrlash usulida o'ramli va list ko'rinishidagi materiallar olinadi. Bu usul faqat termoplastik (ko'pincha polivinil-xlorid) polimer materiallarda qo'llaniladi. Kalandrlashda yumshatilgan polimer bir marta har bir juft val oralig'idan o'tkaziladi. Bu jarayonda olinayotgan tasma yoki polotnning kengligi ortadi, hamda yupqalashib boradi. Kalandrlash natijasida kengligi va qalinligi belgilangan qiymatdagi polotno olinadi.

Kalandrlash jarayoni uch va undan ortiq ichi bo'sh vallardan iborat *kalandr* deb ataluvchi mashinalarda olib boriladi. Kalandr vallarining joylashish sxemasi 1-rasmda keltirilgan.

Kalandr mashinaning vallariga yaxshi ishlov berilgan bo'lib, ular ko'pincha gorizontal holatda birining ustida ikkinchisi joylashgan bo'ladi. Vallar polimer materiallarning yumshash haroratigacha bug' bilan qizdiriladi.



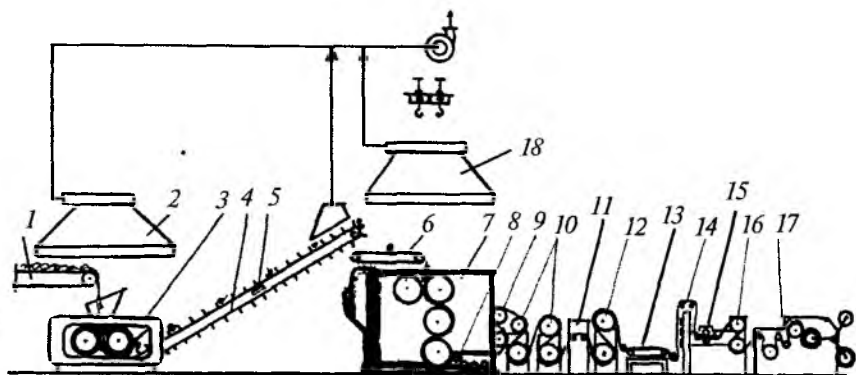
1-rasm. Kalandr vallarining joylashish sxemasi:

- 1, 3, 4 – vertikal vallar; 2 – uchburchak shaklida o'rnatilgan vallar;  
 5 –  $\Gamma$  shaklidagi vallar; 6 – Z shaklidagi;  
 7 – S shaklidagi;  
 8 – W shaklidagi vallar.

2-rasmda plastik polivinilxloriddan kalandrlash usulida plyonka olish sxemasi berilgan.

Sxemadan ko‘rinib turibdiki, retseptga binoan kompozitsiya tarkibiga kiruvchi komponentlar dastlab uzluksiz (yoki uzlukli) ishlaydigan aralashtiruvchiga tushadi. Olingan aralashma valslarda, ma‘lum haroratda gomogenlashtiriladi va transportyor orqali uzluksiz tasma holida kalandrga uzatiladi. Kalandr vallari yuzasining silliqqligini saqlash maqsadida transportyorda metall zarrachalarining borligini aniqlash va ularni ajratib olish uchun maxsus moslama o‘rnatilgan.

Material yuqorigi vallar orasidan o‘tib yumshaydi va polotno holiga kelgach, o‘rta va pastki vallar orasiga kiradi. Vallar orasidan chiqayotgan polotno odatda harorati yuqori bo‘lgan valga yopishgan bo‘ladi. O‘rta va pastki vallar qo‘zg‘aluvchan o‘qqa o‘rnatilgan bo‘lgani uchun ular orasidagi masofani keraklicha o‘zgartirib turish mumkin.



2-rasm. Kalandrlash usulida PVX plyonkasini ishlab chiqarish texnologik sxemasi:

1 – plastirlangan massani uzatish uchun transportyor; 2, 18 – mahalliy havoni so‘rish moslamasi; 3 – valeslar; 4 – transportyor; 5 – metall zarrachalarini ushlab qolish moslamasi; 6 – massani qo‘llash moslamasi; 7 – kalandr; 8 – tortuvchi moslama; 9 – plyonka yuzasiga shakl beruvchi moslama; 10 – sovitgich; 11 – plyonka qalinligini aniqlovchi asbob; 12 – plyonka chetlarini qiruvchi moslama; 13 – plyonka tiniqligini aniqlovchi moslama; 14 – plyonkani uzunasiga qiruvchi moslama; 15 – uzatgich; 16 – statik elektr zaryadini yo‘qotuvchi moslama; 17 – plyonkani o‘rash uchun moslama.

Kalandrning pastki validan chiqayotgan tayyor plyonka sovitish barabaniga o'tib (sovitish harorati shu plyonkani o'rab olishi mumkinligiga qarab belgilanadi), so'ng maxsus bobinalarga o'raladi. Kalandr mashinalaridan chiqayotgan polotnning kengligi vallarning uzunligiga teng bo'ladi.

Plyonkaning notekis chetlari maxsus moslamalar yordamida qirqiladi, so'ng plyonka maxsus asbob – kompensatorga o'tadi, uning vazifasi kalandr tezligi bilan o'rash bobinasi o'rtasidagi aloqani moslashdan iborat.

Kalandrlashning afzalligi, birinchidan ekstruziyaga nisbatan destruksiya jarayonida ajralib chiqayotgan gazlarni so'rib olish oson bo'lsa, ikkinchidan, jarayonni nisbiy pastroq haroratda olib borish mumkin, shuningdek, materialning issiq vallar orasidan o'tish vaqti juda qisqa. Buning natijasida termik turg'unligi past bo'lgan polimer materiallarni qayta ishlashda harorat va mexanik destruksiyani kamaytirish imkoni bo'ladi.

Yuqoridagi texnologik sxema bo'yicha PVX dan qattiq plyonka hamda ABS va AS plastiklaridan yupqa listlar va plyonkalar olish mumkin.

Universal va takrorlanuvchi kalandrlar yordamida ko'p qatlamli listlar, plyonkalar va polimer qatlamlari, har xil o'ramli matolar olish mumkin.

## **5.2. Kalandrlash jarayonining optimal texnologik parametrlari**

Kalandrlash usuli bilan olingan materiallar uchun mexanik xossalarning anizotropiyaliligi xos. Bu polimerlar fizik-kimyosi nuqtayi nazaridan «kalandr effekti» deyiladi. Anizotropiya oriyentatsiya jarayoni bilan bog'liq. Bu xossa materialning vallar oralig'idan o'tishida yuzaga keladi. Anizotropiya olingan material polotnosining saqlanganda kirishishiga olib keladi. Anizotropiyani kamaytirishning bir qancha usullari mavjud. Bulardan asosiysi, olingan mahsulotni maxsus termokameralarda ushlab turishdan iborat. Bundan tashqari, «kalandr effekti»ni kamaytirish uchun qayta ishlash haroratini ko'tarish va kalandrdan olinayotgan polotnning tezligini kamaytirish kerak. To'ldiruvchi ulushini kompozitsiya tarkibida oshirish ham «kalandr effekti»ni kamaytirishga olib keladi. Lekin ayrim to'ldiruvchilar – anizotrop to'ldiruvchilar (talk, asbest, vollastanit) kalandr effektini kuchaytiradi.

Kalandrlash usulida olingan buyumning fizik-mexanik xossalardan tashqari, uning ichida qolgan gaz va havoning salbiy roli bor. Gaz va havoning paydo bo'lishiga kalandrga tushayotgan material yaxshi quritilmaganligi va deformatsiyalanganda havoni o'ziga singdirib olishi sabab bo'lishi mumkin. Shuning uchun kalandrga uzatilayotgan material oldindan yaxshilab quritilishi lozim.

Kalandrlash vaqtida polimer polotnosi kalandr yuzasiga yopishishi mumkin. Buni yo'qotish uchun yuza yaxshilab silliqiladi va kompozitsiyaga maxsus moylovchilar qo'shiladi (stearin kislotasi yoki mum). Moylovchining salbiy tomonlarini e'tiborga olish kerak; ular polotno yuzasiga manzarali rasm tushirishni va listlarni payvandlashni qiyinlashtiradi.

Hozirgi paytda kalandrlash usuli bilan polivinilxloriddan 0,3–0,7 mm qalinlikdagi yumshoq (plastifitsirlangan) plyonka olish mumkin; kalandr tezligini esa 35–50 m/min gacha yetkazish imkoni mavjud.

### *Nazorat savollari*

1. Kalandrlash sxemasi tarkibiga qanday mashinalar kiradi va ularning vazifasi nimalardan iborat?
2. Kalandrlash usuli bilan qanday buyumlar olinadi?
3. Fraksiya nima va uning valslash hamda kalandrlashdagi roli qanday?
4. Kalandrlashning asosiy texnologik parametrlari nimalardan iborat?
5. Kalandr effekti nima, uni molekular struktura va joylashish nuqtayi nazaridan tushuntirib bering?
6. Polivinilxloriddan plyonka olish jarayonining asosiy texnologik operatsiyalari nimalardan iborat?
7. Polivinilxloriddan plyonka olish uchun kompozitsiya tarkibiga nimalar kiritiladi?
8. Plastifikatsiyalangan kompozitsiya deb qanday kompozitsiyaga aytiladi?

## 6-BOB. EKSTRUZIYA

### 6.1. Ekstruziya haqida tushuncha

Termoplastik polimerlarni har xil profilga ega bo'lgan 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 o'lganadigan turli xil buyumlar olinadi.

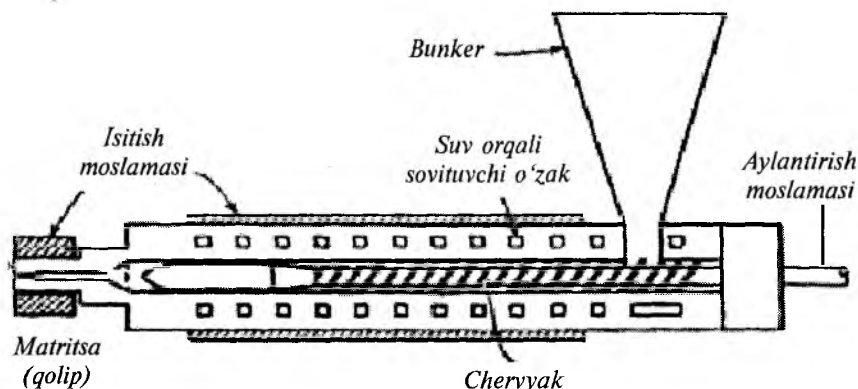
Ekstruziya jarayoni ekstruder deb ataluvchi mashinalarda amalga oshiriladi (3-rasm). Ekstruderlar har xil: bir chervyakli, ikki chervyakli, diskli va kombinirlangan bo'ladi.

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

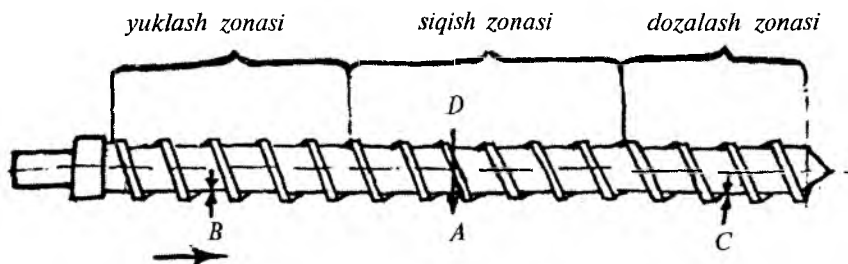
Shakllash uchun maxsus qolipdan foydalaniladi. Masalan, quvur olish uchun mundshtuk va dorndan iborat profil beradigan qo'shimcha uskuna yasaladi.

Ekstruziyalash uchun material granula holatida mashina bunkerini 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 polimerni silindr bo'ylab siljishi, uning yumshashi va gomogenlashishga o'tishini ta'minlash,



3-rasm. Ekstruder sxemasi.



4-rasm. Chervyakning zonalarga bo'linishi.

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 (4-rasm).

1-zona — granulating silindrga tushishi hamda uni oldinga siljishi va zichlashish zonasi.

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 deb ataladi. Bunda butun chervyak-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 granulating suyuqlangan qatlami silindr devorida yoki shnekda hosil bo'lgunicha uzunlik qabul qilingan.

2-zona — suyuqlanish zonasi bo'lib, suyuqlanish boshlangandan granula to'liq suyuqlangan holatga kelguncha bo'lgan shnek masofasi qabul qilingan.

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

Chervyakning vint kanalida (3-zona) to'rt oqimini 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.

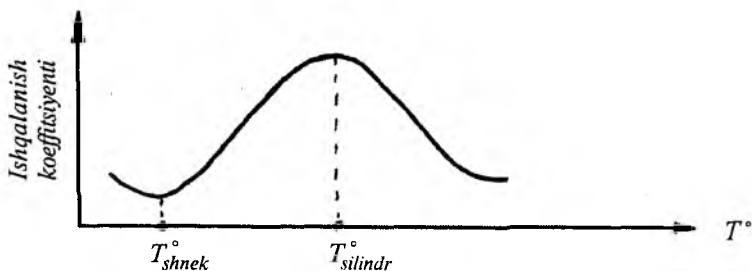
Ekstruderning unumdorligi to'g'ri va teskari oqimdan kelib chiqadi. Sirkulatsion oqim odatda ekstruder unumdorligiga deyarli ta'sir etmaydi. «Utechka» oqimi qiymati juda kam bo'lgani uchun u hisobga olinmaydi.

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

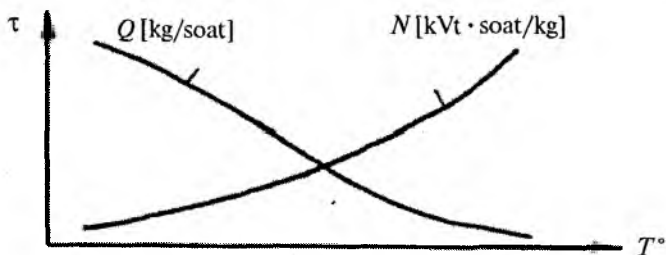
Masalan, amorf termoplastlar qayta ishlanayotganda (ular keng diapazonli haroratda suyuqlanadi) chervyakning siqish zonasi uzunroq bo'lishi kerak. Kristall polimer uchun aksincha, siqish zonasi qisqaroq bo'ladi (odatda zona uzunligi silindrning diametriga teng bo'ladi).

Termik turg'un bo'lmagan termoplastlarni (PVX) qayta ishlashda jarayon siqish zonasisiz 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 (5-rasm).



5-rasm. Ishqalanish ko'effitsiyentini kamaytirish diagrammasi.



Shneklardan chiqishda suv temperaturasining pasayib borishi

6-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 6-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, 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 (normadan yuqori), buyum sirtida notekislik, qalinlanish 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 (эластическая турбулентность) 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 boshqalar.

**Ekstruziyalashning texnologik parametrlari.** Bularga quyidagilar kiradi: silindrda va kallakdagi suyuqlanmaning harorati; suyuqlanmaning kallakdagi bosimi, shnekning aylanish tezligi (chastotasi).

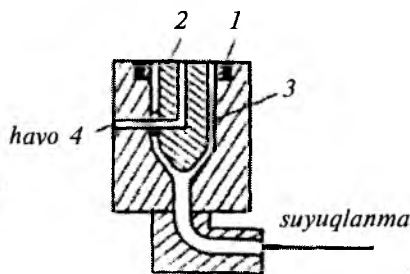
Optimal rejimni belgilashda termoplastning turi, uning molekular massasi, kompozitsiya tarkibi, buyumning o'lchami va shakli, foydalanilayotgan uskuna turlari va hokazolarni hisobga olish kerak.

## 6.2. Ekstruziyalash usuli bilan plyonka olish texnologiyasi

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

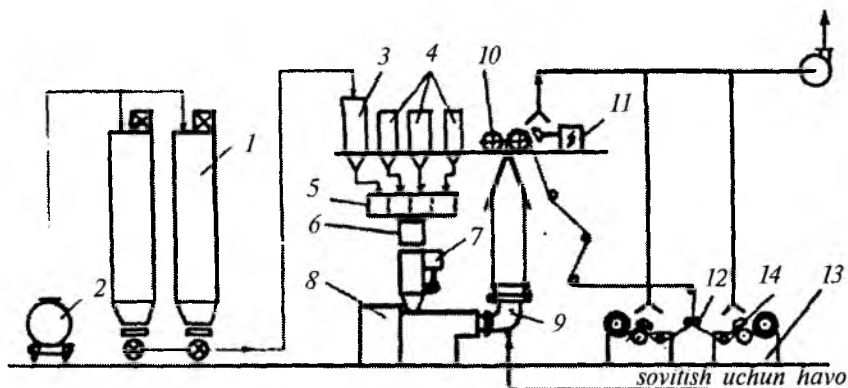
Bu usul plyonka, list, qurur, har xil kesimga va konfiguratsiyaga ega bo'lgan profil va setka olishda keng qo'llaniladigan usullar qatoriga kiradi.

Ekstruderning bosh qismiga o'rnatilgan mundshtuk (7-rasm) orqali suyuqlik siqib chiqariladi. Kallak oqib chiqayotgan termoplastga ma'lum tashqi shakl berish uchun xizmat qiladi. Kallakdan chiqayotgan shakl berilgan buyum, plyonka «yeng» (пленка) 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 (8-rasm). Bunda siqib chiqarilayotgan polietilen suyuqlanma ichiga bosim ostida havo yuboriladi. Havo bosimi tufayli ekstruder bosh qismidan chiqib



7-rasm. Burchakli halqasimon kallak sxemasi:

- 1 — kallakni rostlash moslamasi;
- 2 — dorn; 3 — dornni ushlab turgich; 4 — yengni puflash uchun havo yuboruvchi kanal.



**8-rasm. Polietilen plyonka ishlab chiqarish texnologik sxemasi:**

1 – xomashyo saqlovchi 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.

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.

Rasmdan ko‘rinib turibdiki, quritilgan polimer granulasi pnev-motransport 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 sovutiladi. «Yeng» xira-lasha boshlagan paytda qotish momenti belgilanadi. Ya'ni kristallanish chegarasi (agar kristallanuvchi polimer bo'lsa, unda kristallizatsiya jarayoni sodir bo'ladi). Ekstruder «yeng» uzunasiga maxsus valiklar yordamida tortiladi va shu bilan bir qatorda «yeng» ichidagi havo yordamida puflanadi. «Yeng» ichiga havo vaqt-vaqti bilan berib turiladi. Chunki havo diffuziya va sizib chiqish tufayli «yeng» ichida kamayishi mumkin.

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

Plyonka ishlab chiqarishda uzun shnekli ekstruderlar qo'llaniladi. Bunaqa 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.

Shu shartga rioya qilinganda puflangan plyonka qalinligi mashinaning bosh qismidagi halqasimon tirqishdan chiqayotgan parda qalinligidan taxminan 9–10 marta kichik bo'ladi.

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

Undan tashqari polietilenni oldindan quritish lozim, chunki namligi sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Texnologik jarayon to'g'ri borishi uchun quyidagi ko'rsatkichlarga ahamiyat berish kerak:

**Siqish darajasi** — bu ko'rsatkich granula tushayotgan vint kanali hajmining ( $V_s$ ) me'yorlash zonasi kanalining hajmiga ( $V_d$ ) nisbatan olinadi va quyidagicha ifodalanadi:

$$K_c = V_s / V_m.$$

**Puflash koeffitsiyenti** plyonka «yeng»i diametrining ( $D_e$  — ekstruder) dorn diametriga ( $D_d$ ) nisbati bo'yicha aniqlanadi:

$$K_r = D_e / D_d.$$

**Tortish koeffitsiyenti** plyonka harakat tezligining ( $V_p$ ) ekstruderning harakat tezligiga ( $V_e$ ) nisbati, ya'ni ekstruderning kallakdan chiqish tezligi orqali topiladi:

$$K_t = V_p / V_e.$$

Plyonka qalinligini quyidagicha hisoblash mumkin:

$$B_{pl} = B_e / K_p K_t.$$

Bu yerda:  $B_e$  — ekstrudat qalinligi;  $K_p$  — puflash darajasi;  $K_t$  — tortish darajasi.

Plyonkalarni polimer materiallarning xossalari qarang (qattiqligi, termik turg'unligi) har xil usullar bilan olish mumkin. Qo'llanilayotgan usulga qarab polietilendan olingan plyonka uzunligi 24–32 metrgacha bo'lishi mumkin. PVX dan olingan plyonka odatda valslash va kalandrlash usuli bilan olinadi va eni 2,5 m gacha bo'ladi. Polietilentereftallardan olinadigan plyonka eni ham 2 m gacha bo'ladi.

Plyonkalar ko'p qatlamli, ko'p rangli va armirlangan bo'lishi mumkin. Bunday materiallar bir necha ekstruderlarning birga ishlashi orqali olinadi.

Demak, ekstruziyalash usuli eng ko'p ishlatiladigan usul hisoblanadi (4, 5, 6-jadvallar). Shu bilan birga valslash va kalandrlash usuli ham ishlab chiqarishda o'z o'rniga ega (PVX uchun). Plyonkalar eritmadan quyish usuli bilan ham olinishi mumkin. Buning uchun tiniq eritma sayqallangan yuza yoki cho'ktiruvchi vanna orqali uzatib olinadi.

4-jadval

**Ekstruziyalash usuli bilan qayta ishlanadigan ayrim termoplastlarning xossalari**

Termoplastlar	Sochilish zichligi, kg/m <sup>3</sup>	Ruxsat etilgan namlik, %	Issiq havo bilan quritish rejimi
PE-NP	350–500	1,5–3,0	70–80°C; 0,5–1,5 s
PE-VP	400–550	2,5–5,0	80–90°C; 0,5–1,5 s
PP	450–550	1,5–3,5	80–100°C; 0,5–1,5 s
PVX	450–800	0,5–1,0	70–80°C; 2–4 s

5-jadval

**Ekstruziyalash uchun qo'llaniladigan termoplastlar rusulmlari va qo'llanilishi**

Termoplast rusumi	PTR	Qo'llanilishi
1	2	3
PE-PZ	0,2–1,7	plyonka, umumiy qo'llaniladi

1	2	3
PE-YuZ	2,0-5,0	qog'oz yoki matoning ustini qoplash uchun
PMMA	0,5-2,5	quvur, listlar
PP	0,4-0,7	elektroizolatsiya uchun plyonka olish
PVX-plastikat	3,0-15,0	kabellarni izolatsiya qilish uchun

6-jadval

### Ekstruziyalash usuli bilan qayta ishlash texnologik rejimlari

Termoplast rusumi	Harorat, °C	Bosim, to'rgacha (to'rdan keyin)
PE-PZ	110-150	15-25 (10-15)
PE-YuZ	130-190	20-30 (13-18)
PP	180-250	20-30 (15-20)

### 6.3. Quvurlar olish texnologiyasi

Hozirgi paytda gaz, vodoprovod, kanalizatsiya tarmoqlari qurishda plastmassadan yasalgan quvurlar ko'p ishlatilmoqda. Bu quvurlar zanglamasligi (50 yilga chidaydi), bo'yab turishni talab qilmasligi, suyuqlik harakatiga to'sqinlik qilmasligi (ichki yuzasi silliq bo'lgani tufayli) va boshqa xususiyatlari bilan po'lat va cho'yan quvurlardan afzaldir.

Plastmassa quvurlarni joyiga yetkazish va montaj qilish ham oson va arzon. Plastmassa quvurlarning (PE-SP dan olingan) yana bir afzalliklari shundan iboratki, ular sovuqqa chidamli ( $-70^{\circ}\text{C}$ ), elastiklik xususiyatlari saqlanadi, egiluvchan, vazni yengil va h.k.

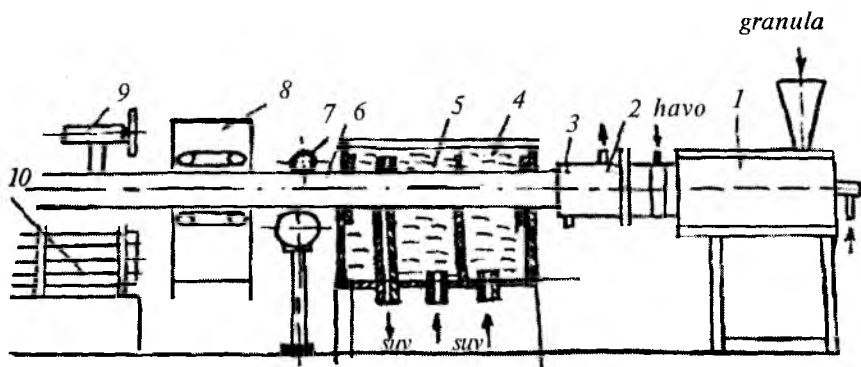
Plastmassa quvurlarning kamchiligi — ular yuqori issiqlikka bardosh bera olmaydi.

Quvurlar ko'pincha polietilendan (70%) va PVX dan (30%) (qattiq va yumshoq) tayyorlanadi.

Quyida yuqori zichlikka ega bo'lgan polietilendan quvur olish

texnologiyasiga to'xtalib o'tamiz. Boshqa termoplastlardan ham shu usulda quvurlar olish mumkin.

Polietilen quvurlar, asosan, ekstruziyalash, ya'ni ma'lum diametrlı teshikdan uzluksiz siqib chiqarish usuli bilan olinadi. Ularning olinish texnologik jarayoni 9-rasmda keltirilgan.



9-rasm. Polietilen quvurlar olish texnologik jarayoni:

1—ekstruder; 2—shakl beruvchi kallak; 3—kalibrlovchi kallak; 4, 5, 10—sovitish zonalari; 6—quvur; 7—o'lovchi asbobi; 8—tortish moslamasi; 9—qiruvchi moslama; 10—qabul qilish stoli.

Rasmdan ko'rinib turibdiki, quvur olish texnologiyasi quyidagi bosqichlardan iborat: granula holdagi polimer ekstruder silindrida yumshoq holga keltiriladi, massa halqasimon teshikdan siqib chiqariladi; kalibrlanadi; sovitiladi; ma'lum uzunlikdagi bo'laklarga kesiladi yoki g'altaksimon barabanlarga o'raladi.

Ekstruderdan suyuqlangan polietilen siqib chiqariladigan halqasimon tirqishning ko'ndalang kesimi quvurning ko'ndalang kesimidan ozgina ortiq bo'lishi kerak. Chunki kalibrlash vaqtida quvur zagotovkasi uchlik ichida qisman cho'ziladi. Ekstruderning bosh qismidan siqib chiqarilayotgan polietilen massasi silindr shakliga kirib, u to'g'ridan to'g'ri kalibrlash uchligiga o'tadi. Bu yerda quvur birmuncha soviydi, qotadi va kalibrlanib, muayyan tashqi diametrga ega bo'lgan holda chiqa boshlaydi.

Odatda quvur tashqi diametri bo'yicha kalibrlanadi va quvurlar ko'ndalang yo'nalishda ikki xil usulda: vakuum hosil

qilish yoki quvur ichidan siqilgan havo yuborish usuli bilan cho'ziladi.

Kalibr lash uchligidan chiqayotgan quvur hali issiq bo'lgani uchun, u egiluvchan va oson deformatsiyaga uchraydigan bo'ladi. Shu sababli u uchlikdan chiqishi bilanoq sovitish vannalarida yoki ustidan suv quyish usuli bilan sovitiladi. Sovigan quvurlar qattiq va deformatsiyaga uchramaydigan bo'ladi.

#### 6.4. Texnologik jarayon rejimi

Quvur olish texnologik jarayonini tanlashdan oldin quvurning tashqi diametri, ichki diametri, qalinligi; profillar uchun quvurning eni, balandligi; kabellar uchun tashqi diametri yoki izolatsiya qatlamining qalinligini bilish kerak.

Ekstruziyalash usuli bilan quvur olish texnologik parametrlari pilyonka olishdagi parametrlardan deyarli farq qilmaydi. Quvur olish uchun ishlatiladigan material, masalan, polietilen yuqori molekular massaga (PTR kam) ega bo'lishi kerak. Bu quvurni ekspluatatsiya qilish (yuqori bosimga chidamliligi) sharoitiga bog'liq.

Silindr zonalari bo'yicha polietilendan quvur olishda PE-PZ (PE-YuZ) uchun harorat ( $^{\circ}\text{C}$ ): 115(140); 120(160); 130(170); 140(190) bo'ladi. Bu ekstruder kallagining 3- zonasida harorat ( $^{\circ}\text{C}$ ) 140 (210); 140 (220); 150 (220) bo'ladi. Kalibrlovchi havoning ortiqcha bosimi (MPa): 0,08-0,1 (0,1-0,12) bo'ladi.

Suyuqlanmaning kalladagi bosimi 30 MPa gacha boradi. Suyuqlanmaning kengayishini hisobga olgan holda quvurning ko'ndalang kesim yuzasi ( $S$ ) shakl hosil qiladigan kallak tirqishidan 10-15% ga katta bo'lishi kerak.

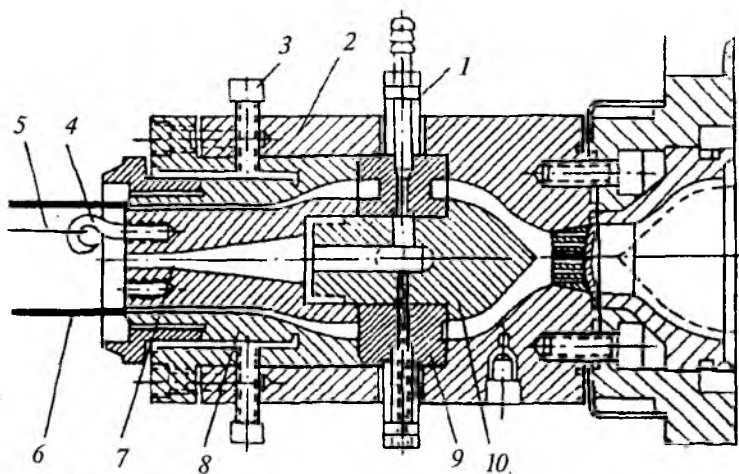
Kalibr langandan keyin quvur diametri uchlikning diametriga teng bo'lgan holda 10-25% ga ortadi; quvur devori qalinligi esa kamayadi, ya'ni  $D_{\text{uchlik}} > D_{\text{mundshuk}}$ .

Rossiya GOSTi bo'yicha 4 xil quvur ishlab chiqariladi (7-jadval). Ular bir-biridan suv bosimiga bardosh berish xususiyati bilan farq qiladi:

Quvur turlari	Suv bosimi (20°C), MPa
L (yengil)	0,25
SL (o'rtacha yengil)	0,40
ST (o'rtacha og'ir)	0,60
T (og'ir)	1,0

Yuqorida keltirilgan texnologik sxema bo'yicha  $D_{\text{tashq}} = 400$  mm gacha, qalinligi 30 mm gacha bo'lgan quvurlar ishlab chiqiladi. Katta diametrli quvurlar olish uchun katta diametrga ega bo'lgan shnekli ekstruderlar qo'llaniladi.

Quvur va shlanglar ishlab chiqarish uchun halqasimon to'g'ri oqimli kallaklardan foydalaniladi. Uning tuzilishi 10-rasmda keltirilgan.



10-rasm. Halqasimon to'g'ri oqimli kallak sxemasi:

1—siqilgan havoni kiritish shtutseri; 2—korpus; 3— rostlanadigan vintlar; 4— mustahkamlovchi moslama; 5— siljuvchi tiqinni ushlab turish uchun tross (kalibr lash moslamasida); 6—quvur zagotovkasi; 7—quvur ichiga siqilgan havo yuborish uchun kanal; 8—matritsa; 9— dornni ushlab turuvchi moslama; 10—dorn.

Kabellar, elektr tokini o'tkazuvchi simlarni izolatsiya qilishda ekstruderlarni shakllovchi kallagi boshqacha konstruksiyaga ega, ya'ni vkladishli bo'ladi.

Murakkab profilga ega bo'lgan buyumlarni olishda suyuqlanmaga katta qarshilik ko'rsata oladigan kallaklar qo'llaniladi.

Polivinilxlorid asosida tayyorlangan kompozitsiyadan ikki shnekli ekstruder yordamida qattiq quvurlar olinadi. Bu quvurlar viniplast quvurlar deb ham aytiladi. Polietilenga nisbatan PVX kompozitsiyasidan olinadigan quvurlarda ekstruziya harorati boshqacha bo'lishi bilan ham farq qiladi. Shuni ham eslatib o'tish kerakki, viniplast quvurlarning issiqlik o'tkazuvchanligi po'lat quvurlarnikiga qaraganda 400 marta kam. Shuning uchun ham bunday quvurlarning tashqi devorlarida suv tomchilari hosil bo'lmaydi.

Agar polietilendan olinadigan quvurlarni ekstruderdan chiqayotgan qovushqoq-oquvchan holatda 200°C dan ortiq ushlab turish mumkin bo'lsa, PVX dan olinadigan quvurlar uchun 170–180°C dan ortmasligi kerak, chunki PVX ning termik turg'unligi polietilenga nisbatan ancha past.

Polietilen va poliprolipendan quvurlar olishda (ayniqsa, tashqi vodoprovod tarmoqlari uchun ishlatiladigan quvurlar) tarkibiga (granulaga) 2–2,5% miqdorida yorug'lik stabilizatorlari — qurum qo'shiladi.

### **6.5. Qayta ishlash texnologik parametrlarining quvur, shlang, profillar xossasiga ta'siri**

Olinayotgan buyumlarning xossalariga eng avvalo kalibr lash bilan bir paytda qisman sovitish jarayoni, undan tashqari kalibr lashda ekstrudatning deformatsiyalanish darajasi; kalibr lashdagi zagotovkani sovitish tezligi; buyum olishda ekstruziya parametrlari ham ta'sir ko'rsatadi.

Quvurlar ishlab chiqarishda uchraydigan brak turilari quyidagilar:

- ichki va tashqi yuzaning notekisligi;
- quvur geometrik o'lchamlarining chizmaga to'g'ri kelmasligi;

- uzunasiga darz ketishi;
- mexanik xossalarning pastligi;
- qoldiq deformatsiyaning ko‘pligi;
- kirishish darajasining yuqoriligi va boshqalar.

**Ko‘p shnekli ekstruderlar orqali buyum olish.** Ekstruderlar ikki shnekli bo‘lishi mumkin. Bu shneklar parallel yoki ketma-ket joylashgan bo‘lishi ham mumkin.

Aralashtirish sifatiga qo‘yilayotgan talabga qarab shneklarning o‘yiqlari har xil konstruksiyaga ega bo‘ladi.

Ekstruderlarda shneklar vertikal yoki gorizontaal joylashgan bo‘ladi. Ekstruderlarning bunday konstruksiyasi ayrim polimerlarni qayta ishlashda qo‘llaniladi.

Yuqorida keltirilgan ekstruder turlari plastmassa kukuni yoki granula holatidagi komponentlarni aralashtirishda; plastmassani qayta ishlashda va termik turg‘un bo‘lmagan ayrim polimerlardan (PVX) buyum olishda qo‘llaniladi.

## **6.6. Listlar va har xil profilga ega bo‘lgan buyumlar olish texnologiyasi**

Muayyan uzunlikka va shu uzunlik bo‘ylab o‘zgarmas ko‘ndalang kesimga ega bo‘lgan buyumlar qatoriga listlar, har xil profilga ega bo‘lgan buyumlar kiradi. Listlar ko‘pincha ABS plastiki va PVX kompozitsiyasidan olinadi.

Har xil profilga (rom uchun plintuslar) ega bo‘lgan buyumlar qattiq PVX kompozitsiyasidan tayyorlanadi. Bu buyumlarni olishda ekstruziyalash usuli keng qo‘llaniladi. Bunda suyuqlantirilgan polimer ekstruderning bosh qismidagi yassi (yoki profil shaklidagi) tirqishdan siqib chiqariladi, unda buyumning qalinligi shu tirqishning qalinligi bilan belgilanadi. Chiqayotgan suyuqlanma maxsus uskunalar orqali tortib olinadi va silliq vallar orqali o‘tkazilib, qalinligi to‘g‘rilanadi va sovitiladi. Shu jarayonda oriyentatsiya jarayoni ham ketadi.

Uzunligi o‘lchanadigan polimer buyumlar yuqori fizik-mexanik (asosan, oriyentatsiya jarayoni tufayli), manzarali-badiiy xos-

salari jihatidan estetik va boshqa xususiyatlari bilan boshqa materiallardan afzaldir.

List olishda chervyagi uzunroq bo'lgan ekstruderlar ishlatiladi ( $L : D = 25:35$ ). Bunga sabab termoplastlarning qovush-qoqligi yuqori rusumlari ishlatiladi (PTR – 0,2–0,5 g/10 min). Bunday termoplastlardan list olishda (qalinligi 0,8–2 mm) ekstruder qolipi katta qarshilik ko'rsatadi va oqibatda ekstruderning ish unumdorligi kamayib ketishi mumkin. Unumdorligini oshirishga jarayonni biroz yuqori haroratda va siljish deformatsiyasini jadallash hisobiga erishish mumkin. Undan tashqari sifatli list olish uchun suyuqlanmaning gomogenlash darajasi ancha yuqori bo'lishi kerak.

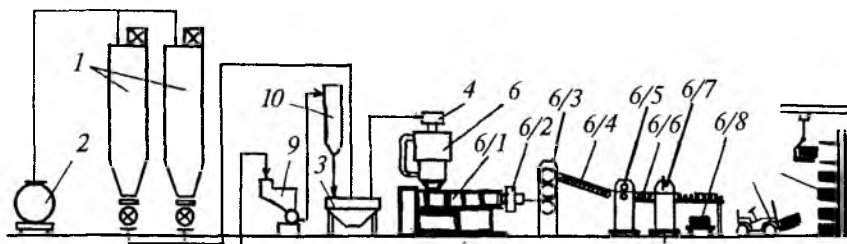
List olish (11-rasm) texnologik parametrlari quyidagilardan iborat:

- ekstruder silindrining zonalar bo'yicha harorati;
- shakl hosil qiluvchi kallakning harorati;
- sovitkich vallarining harorati;
- suyuqlanmaning kallakdagi bosimi.

Masalan, PE-PZ listini olishda:

1-zona harorati 140°C;

2-zonaniki 160°C;



**11-rasm. Termoplastlardan ekstruziya usuli bilan list ishlab chiqarish texnologik sxemasi:**

1–xomashyo saqlagich; 2–sistema; 3–oraliq saqlagich; 4–metall zarrachalarini aniqlash asbobi; 5–granulani isitish (quritish) moslamasi; 6–list olish agregati; 7–elektr yuklagich; 8–list saqlovchi moslama; 9–chiqindini maydalagich; 10–maydalangan chiqindi uchun bunker.

3-zonaniki 175°C;

4-zonaniki 200°C;

kallak harorati 210°C;

kallakdagi suyuqlanish bosimi 5–12 MPa.

Ekstruziyalashda haroratni iloji boricha yuqori ushlashga harakat qilinadi chunki oquvchanlik yaxshilanadi va kristall strukturalar hosil bo'lishi yo'qotiladi. Lekin yuqori haroratda polimer destruksiya uchraishi mumkin, shuning uchun PE list olishda maksimum harorat 240–250°C dan oshmasligi kerak. Polipropilenni qayta ishlashda bu harorat 270–280°C ni tashkil etadi. Polistiroidan list olinayotganda esa harorat 165–175°C bo'ladi.

Sifatli listlar olishda sovitish vallari yuzasining harorati va sovitish vallari bilan kallak oralig'i muhim rol o'ynaydi. Yupqa list olish uchun vallar yuzasining harorati 20–25°C bo'lishi kerak. Kallak bilan sovitish vallari oralig'idagi masofa listning tiniq bo'lishiga ta'sir ko'rsatadi. Agar masofa yaqin bo'lsa, tiniqligi oshadi, lekin listning mustahkamligi kamayadi, bunga oriyentatsiyaning yomonlashishi sabab bo'lishi mumkin.

Listning sifatiga ta'sir qiluvchi boshqa parametrlar: ekstruziyalash tezligi (shnekning aylanish chastotasi bilan belgilanadi), list polotnosining qabul qilib oluvchi vallari va tortuvchi mexanizmlarining tezligi.

Ekstruziyalashning yuqori tezligi list qalinligining bir xil bo'lmashligiga va silliqdagi yomonlashishiga olib keladi.

List olish texnologik sxemasi quyidagi 11-rasmda keltirilgan. Unda asosiy agregat — ekstruder, tirgakli kallak, valli agregat, kalandr va boshqalardir.

Ekstruziyadan chiqayotgan suyuqlanma aniq o'lchamga ega bo'lgan tirqishdan chiqib, qalinligi bo'yicha kalibrlanadi va silliqlik beriladi. Bu vazifani kalandr bajaradi. Keyin sovitilib (asosan, havovositasida), ma'lum o'lchamlarda qirqiladi. Chekka qismi maydalanib, qayta ishlatiladi.

### *Nazorat savollari*

1. Qanday materiallardan ekstruder yordamida buyumlar olinadi?
2. Polimerlarni ekstruziyalash jarayonining asosiy mohiyati nimadan iborat?
3. Ekstruziyalashda qanday jarayonlar kechadi?
4. «Yeng» puflash usuli bilan plyonka olish texnologik sxemasini tushuntirib bering.
5. Quvur olish uchun qo'llaniladigan qolipning tuzilishini tushuntirib bering.
6. Ikki shnekli ekstruder qanday ishlaydi va u qanday qo'llaniladi?
7. To'g'ri va teskari oqim, siljish oqimlari deb qanday oqimlarga aytiladi?
8. Siqish darajasi deb nimaga aytiladi?

## **7-BOB. BOSIM OSTIDA QUYISH TEXNOLOGIYASI**

### **7.1. Bosim ostida quyish haqida tushuncha**

Bosim ostida quyish usuli, asosan, termoplastik polimerlardan buyumlar olishda qo'llaniladi. Bu usul bilan buyum olishda avvalo polimer harorat ta'sirida qovushqoq-oquvchan holatga keltiriladi va uni yopiq quyish qolipiga uzatiladi. Qolipda buyum qolip shaklini oladi va sovitish tufayli qotadi.

Bu usul bilan og'irligi bir necha grammdan bir necha qilogrammgacha bo'lgan, devorining qalinligi 1–20 mm bo'lgan buyumlar olish mumkin.

Bosim ostida quyish usuli maxsus avtomatlashtirilgan shnekli quyish mashinalarida amalga oshiriladi. Quyish mashinalariga har xil konstruksiyaga ega bo'lgan maxsus quyish qoliplari o'rnatiladi.

Quyish mashinasining silindriga (12-rasm) bunkerdan granula holdagi polimer tushadi. Silindr doim isitib turilganligi uchun polimer avval yumshab, so'ngra qovushqoq-oquvchan suyuqlikka aylanadi. Shneklar yordamida bosim tufayli soplodan (konussimon naycha) o'tib, sovitilib turadigan qolipga keladi. Qolip ichidagi bo'shliqni to'ldirib polimer tezda qotadi va shnek orqaga qaytishi bilan qolip ochilib, avtomatik ravishda buyum undan chiqib ketadi. Shundan so'ng bosim ostida quyish sikli yana takrorlanadi. Demak, bosim ostida quyish usulini uzlukli jarayon deb hisoblash mumkin. Bu usul unumli bo'lib, yuqori natijalari bilan xarakterlanadi, chunki materiallar qolipdan tashqarida qizdiriladi. Bunda quyilgan mahsulot eng yuqori va aniq o'lchamlarda olinadi.

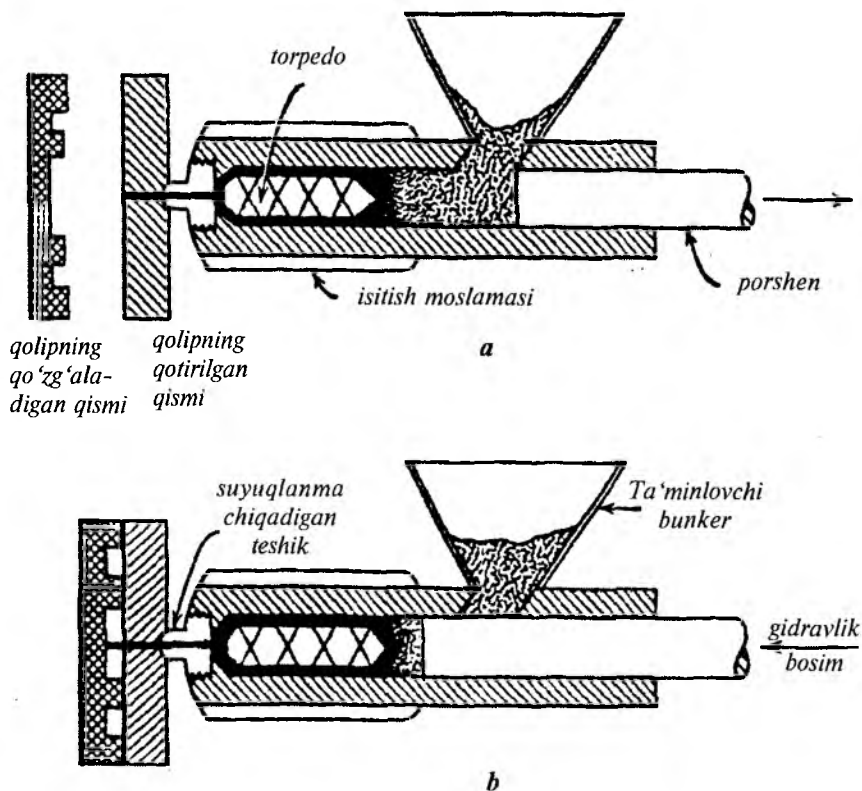
Bu usul bilan olingan buyumlar qo'shimcha ishlov berishni talab qilmaydi. Qolipdagi kataklar soniga qarab bir vaqtning o'zida bir qancha buyum quyilishi mumkin. Shuning uchun ham quyish mashinalarining ish unumdorligi juda yuqori bo'ladi.

Bosim ostida quyish mashinasi asosan ikki qismdan iborat:

- 1) plastikatsiya mexanizmi;
- 2) shakl berish mexanizmi.

Birinchi qism materiallarni dozalash uchun, ikkinchi qism esa quyilish shaklini barpo qilish uchun xizmat qiladi.

Quyish mashinasining asosiy klassifikatsiya parametrlariga



12-rasm. Quyish mashinasining sxemasi:

a—ochiq qolip, b—yopiq qolip.

uning quvvati yoki yuboriladigan hajmi kiradi, hajm bitta quyilmaga ketadigan material [ $\text{sm}^3$ ] birligida belgilanadi.

Eng ko'p tarqalgan termoplastlarda mexanizmlar o'qi, material yuborish qismi va qoliplar gorizontol holatda joylashgan bo'ladi.

Texnologik jarayonning asosiy parametrlariga quyidagilar kiradi:

- suyuqlanmaning harorati ( $T_s$ );
- qolip harorati ( $T_q$ );

- quyish bosimi ( $P_q$ );
- qolipdagi bosim ( $P_q$ );
- buyumning shakllanishida bosim ostida ushlab turish vaqti ( $T_{u.t}$ ), sovitish vaqti ( $T_{sov}$ ) yoki termoreaktiv materiallarni qolipda qotish vaqti ( $T_{qot}$ ).

Bosim ostida quyish jarayonini analiz qilish uchun quyidagilarni bilish lozim:

- polimerning oquvchan holatga o'tishi → uni me'yorsh zonasiga uzatish → suyuqlanmaning yig'ilishi → suyuqlanmaning «soplo-qolip» sistemasida oqishi → suyuqlanmaning shakl beruvchi va shakl bo'shlig'i kanallari orqali oqishi → buyum strukturasi shakllanishi.

## **7.2. Termoplastlardan bosim ostida quyish usuli bilan buyum olish texnologiyasi**

Termoplast polimerlarni quyish ikki rejimda olib borilishi mumkin: intruziya va injeksiya.

*Intruziya* rejimida suyuqlanma asta-sekin qolipga aylanib turgan shnek orqali uzatiladi va qolipni 70–80% to'ldirilgunga qadar shnek aylanma harakatda bo'ladi; qolgan qismi esa shnekni oldinga qarab harakati natijasida qolipga purkash yo'li bilan uzatiladi.

*Injeksiya* rejimida esa shnekning aylanishi faqatgina material dozasini yig'ish va uni plastikatsiya qilish mashinasining injeksiya silindrida o'tkaziladi. Suyuqlanmani qolipga uzatish shnekni oldinga qarab harakatga kelishi hisobiga amalga oshiriladi.

Intruziya rejimi yirik gabaritli va qalin devorli buyumlar olishda qo'llaniladi. Injeksiya rejimi intruziyaga nisbatan keng tarqalgan usuldir.

Bosim ostida quyish usuli uchun termoplastlar, asosan, granula holatida bo'ladi, uning PTR ko'rsatkichi 2–30 g/10 min gacha olinadi.

Kam oquvchan (2–7 g/10 min) polimerlardan buyum olish mumkin, lekin bu ko'rsatkichga ega bo'lgan termoplastlarga yuqori harorat berish talab qilinadi, bunda termik destruksiya yuz berishi mumkin. Bosim ostida quyish jarayoni quyidagi davriy

bosqichlardan iborat: xomashyoni quyish mashinasi plastikatsiya silindriga yuklash va suyuqlanmani tayyorlash (plastikatsiya); qolipda jipslashishi va uning suyuqlanma bilan to'lishi; qolipni bosim ostida ushlab turish; bosimsiz ushlab turish; qolipning ochilishi va buyumni olish.

Xomashyoni quyish, bu jarayon quyish mashinasi ustiga o'rnatilgan bunker orqali amalga oshiriladi. Plastikatsiya silindrida materialni isitib oquvchan holatga o'tkaziladi; uni zichlashtiriladi va gomogenlashtiriladi. Gomogenlash deb, massani bir tekisda aralashtirishga aytiladi. Buning natijasida harorat bir tekis massa bo'ylab taqsimlanadi. Bu o'z navbatida zichlikning, qovushqoqlikning bir tekis bo'lishiga olib keladi. Plastikatsiya sharoitini shunday tanlash kerakki, u polimerning sezilarli darajada parchalanishiga olib kelmasin.

Texnologik jarayon uchun isitish ikki manba orqali amalga oshiriladi: silindrni tashqaridan moslama orqali isitish va ishqalanish kuchini (silindr ichida materialni deformatsiyalanishi tufayli) issiqlikka o'tishi orqali. Suyuqlanmaning qovushqoqligini ta'minlash uchun suyuqlanmaning harorati shunday bo'lishi kerakki, u qolipni to'ldirishi bilan polimer destruksiyaga uchramasin. Odatda suyuqlanmaning kerakli qovushqoqlikdagi harorati amorf polimer uchun shishalanish haroratidan 100–150°C yuqori bo'ladi. Kristall polimer uchun uning yumshatish harorati bir qancha yuqori ko'rsatkichlarga ega bo'lganda erishiladi. Maksimal harorat polimer destruksiyasi haroratidan 30–40°C past bo'lishi tavsiya etiladi (8-jadval).

Ma'lumki, harorat oshishi bilan suyuqlanmaning issiqlikka turg'unligi kamayadi. Demak, plastikatsiya silindrlarida ma'lum haroratda materialning bo'lish vaqti suyuqlanmaning termoturg'unlik vaqtidan ortiq bo'lishi mumkin emas.

Shnek orqali bosim bilan yuborilgan suyuqlanma yopiq soploda me'yorlash zonasida yig'iladi va materialning bosimi ortishi tufayli shnek orqaga qarab ketadi. Shnekning orqaga qaytish tezligi purkash uzeliidagi aks bosim orqali rostlanadi. Aks bosim qancha ko'p bo'lsa, suyuqlanmaning zichligi shuncha ortadi va uning harorati bir xil

bo'ladi. Siljish deformatsiyasi hisobiga aks bosim oshishi bilan me'yorlash zonasida materialning harorati ortadi. Yana shuni hisobga olish kerakki aks bosim ortishi bilan quyish mashinasining plastikatsiya unumdorligi pasayadi, shuningdek, vaqt birligi ichida materialning suyuq holatga o'tishi ham kamayadi.

8-jadval

### Termoplastlarni bosim ostida quyish harorati intervali

Termoplast	$T_{sh}$ yoki $T_{oq}$	Issiqlik- ka tur- g'unligi	Qayta ishlash temperatura intervali (nazariy)	Parcha- lanish harorati (quyish paytida)	Qayta ishlash harorati intervali (amalda)
Polietilen	135	320	135–320	295	220–280
Polistirol	100	310	100–310	280	170–250
Polivinilxlorid	85	170	85–170	–	170–190
Polipropilen	175	300	175–300	275	200–300
PA-6	225	360	225–360	300	230–290
Polietilentereftalat	255	380	255–380	300	260–280

*Forma (qolip)ni suyuqlanma bilan to'ldirish (purchash).* Bu jarayon aniq bir hajmda xomashyo tayyorlangandan va qolip yopilgandan keyin, gidrosilindrda hosil bo'lgan kuch ta'sirida purchash tugunchasi (uzeli)da sodir bo'ladi.

Purchash tugunehasida hosil bo'lgan kuch ta'siri (gidrosilindr)da shnek oldinga qarab harakat qiladi, soplo va quyish kanali sistemasi orqali suyuqlanma qolipning ichki yuzasiga uzatiladi, chunki shnek-dagi bosim qolipdagi bosimga nisbatan yuqori.

Quyish sistemasi – kanallar majmuasidan iborat bo'lib, unda polimer suyuqlanmasi forma uyasiga tushadi.

Quyish sistemasi ham har xil bo'ladi va asosiy forma – qolip elementlaridan biri hisoblanadi. Quyish sistemasi mashina silindrini qolip bilan tutashtirish vazifasini bajaradi va u orqali qolip to'ldiriladi:

$$T_{suyuq} = T_{soplo} + \frac{\sum \Delta P_c + \sum P_l}{C_p \cdot P_p}$$

Purkash jarayonida qolipga borayotgan suyuqlanma harorati ( $T_{suyuq}$ ) soplo haroratiga nisbatan ( $T_{soplo}$ ) yuqori bo'ladi. Bunga qovushqoq oqim energiyasining tarqalishi (dissipatsiya) sabab bo'ladi. Ortiqcha qizish darajasi soplo va quyish kanallari sistemasidagi bosim tafovuti ( $P_{soplo}$ ,  $P_l$ ) yig'indisiga to'g'ri proporsional va issiqlik sig'imiga ( $C_p$ ) va suyuqlanma zichligiga ( $P_p$ ) teskari proporsionaldir.

Shakllanish ichki bo'shlig'ida bosimning pasayishi suyuqlanma beriladigan joyning uzoqlashishiga bog'liq.

Qolip ichida termoplast suyuqlanmaning harakatlanishi bilan bir paytda qolip devori orqali sovitish boshlanadi, chunki suyuqlanma temperaturasi qolip haroratiga nisbatan yuqoridir. Natijada qolip devori atrofidan aniq bir qalinlikda kanal hosil bo'ladi. Uning qalinligi soviy borgan sari tobora oshib boradi. Litnikka yaqin joyda qolip devoriga yopishgan polimer qalinligi o'zgarmaydi, desak ham bo'ladi, bunga sabab qolipga kirayotgan suyuqlanmaning harorati yuqori bo'ladi.

Suyuqlanma oqish yo'lida to'sqinliklar bo'lsa (qolipga quyilgan metall, belgi chiqiqlar), oqim ayrim oqimlarga bo'linadi va bu oqimlar birlashganda tutash choklar hosil bo'ladi. Ularning mustahkamligi monolit buyumdan past bo'ladi.

Qolipning ichki bo'shlig'iga kirayotgan materialning massasi quyish siklini boshidan to oxirigacha (bosim ostida ushlab turgunga qadar), litnikdagi polimer qotib bo'lgandan keyin ham o'zgarmaydi.

Bosim ostida quyishda fizik-kimyoviy asoslar ekstruziya usuliga yaqindir. Bu yerda ko'p o'xshashliklar bor, lekin tubdan farq qiladigan tomoni – shakllash jarayoni juda tez kechadi. Shuning uchun suyuqlanma qolipga juda katta tezlik bilan yuboriladi va qolipda makromolekula oriyentatsiyasi sodir bo'ladi, bunda qo'shimcha harorat paydo bo'ladi. Shuning uchun tayyor buyumning hajmi va zichligi bosim ostida ushlab turish momenti tugallanishiga qarab

qolipning ichki bo'shlig'idagi o'rtacha harorati va bosimi bilan aniqlanadi.

### 7.3. Bosim ostida ushlab turish

Qolip suyuqlanma bilan to'lgandan keyin u soviy boshlaydi, natijada suyuqlanma zichligi oshadi, hajmi kamayadi, shu tufayli quyish sistemasi orqali qo'shimcha porsiya suyuqlanma boradi. Bosim qo'shimcha suyuqlanma tufayli qolipda kerakligicha ushlab turiladi.

Bosim ostida ushlab turish litnik kanalidagi suyuqlanma sovib qotgunga qadar davom etadi. Buyum bosim ostida qancha ko'p ushlansa, shakllanish davrida u shuncha kam kirishadi. Demak, kirishish jarayoni litnikning o'lchamiga, suyuqlanmani qolipdagi haroratiga va hamda polimerning issiqlik-fizik xossalariga bog'liq ekan.

Demak, qolipni bosim ostida ushlab turish vaqti bosimning qiymatiga bog'liq ekan. Agar bosim to'g'ri aniqlangan bo'lsa, sovitish natijasida shakllanish bo'shlig'ida qoldiq bosim ( $P_{qol}$ ) bo'ladi (12-rasmga qarang).

#### ***Buyumni sovitish.***

Bu jarayon odatda suyuqlanmani purkash vaqtida boshlanadi, lekin «bosim ostida ushlab turish» vaqti tugagandan so'ng jarayon «vaqt relesi» orqali belgilanadi. Demak, sovitish vaqtida buyum to'liq shakllanishi uchun bu zarur tadbirlar qatoriga kiradi. Shundan so'ng buyum qolipdan olinganda konstruksiyasi to'liq ta'minlanadi, deformatsiyalanishi yo'qoladi.

Sovitish jarayonida, buyum devori qalinligiga qarab, makromolekulalar har xil darajada oriyentatsiyada bo'ladi hamda bunda qoldiq kuchlanish paydo bo'lishi mumkin. Bu kuchlanish buyumning sifatiga ekspluatatsiya paytida, salbiy ta'sir etishi mumkin.

#### ***Qolipning ochilishi va buyumni chiqarib olish.***

Sovitish operatsiyasi tamom bo'lgandan so'ng qolip ochiladi. Qolip ikki qismdan iborat: harakatlanuvchi va silindrga biriktirilgan qismi. Qolipning harakatlanuvchi qismi buyum bilan chapga siljiydi va maxsus moslama – turtkich yordamida buyum chiqarib olinadi (agar litnik qolgan bo'lsa buyum bilan birga chiqadi). Ayrim paytlarda

polimer adgeziyasini kamaytirish uchun qolipga maxsus antiadgeziv suyuqlik purkaladi.

***Bosim ostida quyish usulining texnologik parametrlari.***

Bu parametrlar yuqorida qayd etib o'tilgan. Bu parametrlarga amal qilingan holda olingan buyumning xossasi quyidagi ko'rsatkichlar bilan belgilanadi: zichligi, ichki kuchlanishlar miqdori, material strukturasi (amorf yoki kristall), shuningdek, ekspluatatsiya yoki saqlash davomida buyum o'lchovlarining o'zgarishi va boshqalar. Yana shuni aytib o'tish kerakki, buyum xossasiga quyish jarayonida sodir bo'ladigan destruksiya yoki choklanish reaksiyalari ham ta'sir etadi.

13-rasmda termoplastlardan quyush usuli bilan buyum olish texnologik sxemasi keltirilgan.

Ayrim parametrlarga to'xtalib o'tamiz:

*Mashinaning ish unumdorligini* quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$G = 3,6g/\tau_s \text{ kg/soat,}$$

bu yerda:  $g$  – quyma massasi;  $\tau_s$  – sikl vaqti.

Shuni aytish kerakki,  $\tau_s$  ga harorat kuchli ta'siri ko'rsatadi. Jarayon past haroratda olib borilsa, ish unumdorligi kamayib ketadi.

*Qolipning harorati* suyuqlanmani quyish haroratiga bog'liq va uning ko'rsatkichlari tajribalar orqali topiladi (9-jadval).

9-jadval

PTR	PE-PZ 5 gacha	PE-YuZ 15 gacha	PP 5–30
Quyish harorati, °C	150–270	200–280	200–280
Qolip harorati, °C	20–60	40–70	40–70
Quyish bosimi, MPa	100	90–120	80–140

*Sikl davomiyligi* texnologik talablarga qarab belgilanadi va quyidagi tartibda ifodalanadi:

$$\tau_s = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5,$$

bu yerda:  $\tau_1$  – qolipni yopish vaqti;

$\tau_2$  — soploni yaqin keltirish va purkash vaqti;

$\tau_3$  — bosim ostida ushlab turish vaqti;

$\tau_4$  — bosimsiz ushlab turish vaqti;

$\tau_5$  — qolipning ochilish vaqti.

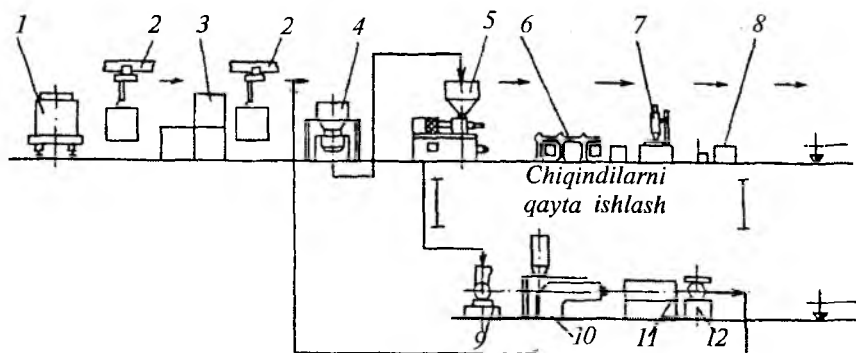
Bundan ko‘rinib turibdiki, termoplastning ish unumdorligi buyumning qolipda shakllanish vaqtiga bog‘liq, chunki shu vaqt davomida mashina silindrida granuladan suyuqlanma tayyorlanadi.

Suyuqlanmani sovitish uni purkash momentidan boshlanadi, unda:

$$\tau_{\text{sov}} = \tau_3 + \tau_4,$$

$\tau_1$  va  $\tau_5$  larning qiymati juda ko‘p emas, shuning uchun ularni koeffitsiyent sifatida belgilash tavsiya qilinadi:

$$C_1 = 1,1 : 1,2.$$



**13-rasm. Termoplastlardan quyish usuli bilan buyum olish texnologik sxemasi:**

- 1—vagon; 2—osib qo‘yilgan kran-balka; 3—xomashyo ombori;  
4—vakuum quritgich; 5—quyish mashinasi; 6—transportyor; 7—mexanik  
ishlov berish mashinasi; 8—joylash stoli; 9—maydalovchi mashina;  
10—ekstruder; 11—sovitish mashinasi; 12—granulator.

$\tau_2$  sovitish vaqti 10–15% ni tashkil etadi yoki  $C_2 = 1,1 : 1,15$ , shunday qilib:

$$\tau_s = C_1 \cdot C_2 \cdot \tau_{\text{sov.}}$$

Bosim ostida quyish usuli bilan buyum olishning texnologik sxemasi quyidagi operatsiyalardan iborat: xomashyoning kelishi; uni saqlash; qoplardan bo‘shatish; sex omboriga tushirish; xomashyoni tayyorlash (metall zarrachalaridan tozalash); buyumni shakllash; buyumga mexanik ishlov berish; buyumning sifatini tekshirish va yashiklarga joylashtirish.

### *Nazorat savollari*

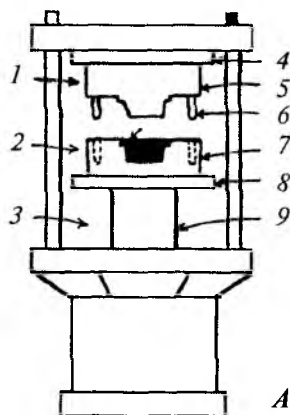
1. Termoplastik va termoreaktiv materiallardan bosim ostida quyish usuli bilan buyum olishda ularga qanday talablar qo‘yiladi?
2. Bosim ostida quyish jarayonlarida termoplastik va termoreaktiv materiallarda qanday fizik-kimyoviy jarayonlar sodir bo‘ladi?
3. Bosim ostida quyish texnologik parametrlari buyum sifatiga qanday ta‘sir ko‘rsatadi?
4. Bosim ostida quyish uchun PTR qanchani tashkil qilishi kerak? Bu ko‘rsatkichni ekstruziyalash usuli bilan taqqoslang.
5. «Qolipdagi bosim—vaqt» quyish diagrammasini tahlil qiling.
6. Bosim ostida quyish mashinalari qaysi ko‘rsatkich bo‘yicha sinflarga ajratiladi?
7. Quyish qolipini konstruktiv jihatdan tushuntirib bering.
8. Sovitish vaqti, sikl vaqti qanday omillarga bog‘liq?

## 8-BOB. PRESSLASH

### 8.1. Presslash usuli haqida tushuncha

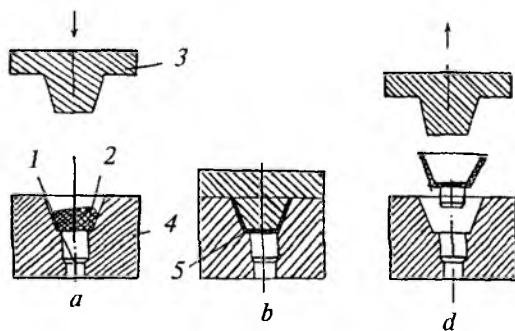
Buyum olish uchun polimer materiallar quyidagi ko'rinishda bo'lishi mumkin: kukun, granula, tabletka, pasta va h.k. Bunday materiallardan buyum tayyorlash uchun unga tashqaridan bosim bilan ishlov berish kerak. Shunda material buyum shaklini oladi (14-rasm).

Presslash – texnologik jarayondir. Bu usul orqali polimer materiallardan buyum ishlab chiqariladi. Bu usulda bosim ta'sirida material plastik deformatsiyaga uchrab, qolip shaklini egallaydi. Agar shakl berilayotgan material isitmasdan turib plastik deforma-



14-rasm. Kompression presslash operatsiyalari sxemasi:

- A – pressning umumiy ko'rinishi;
- 1 – qotish va sovitish,
- 2 – isitish va sovitish,
- 3 – gidravlik bosim,
- 4 – plita,
- 5 – puanson,
- 6 – birlashtirgich,
- 7 – matritsa,
- 8 – plita,
- 9 – gidravlik porshen,
- 10 – kompozitsiya;



- B – operatsiyalar:
- a – press materialni solish;
  - b – qolipni yopish;
  - d – qolipni ochish va buyumni olish:
  - 1 – itargich;
  - 2 – press-material;
  - 3 – pu-anson;
  - 4 – matritsa;
  - 5 – tayyor buyum.

B

tsiyalanish xususiyatiga ega bo'lsa, u holda jarayon sovuq qolipda olib borilib, *sovuqlayin presslash* deb, issiq qolipda shakllash *issiqlayin presslash* deb ataladi.

Ikkinchi usul, agar shakllash uchun presslanayotgan material qovushqoqligini kamaytirish lozim bo'lsa yoki shakllash vaqtida choklanish reaksiyasi ketishi uchun unga yuqori harorat ta'sir etish kerak bo'lsa qo'llaniladi. Keltirilgan jarayon bosim ostida ketadi. Issiqlayin presslash jarayonda qo'llaniladigan uskunalarga qarab kompression (to'g'ridan to'g'ri) yoki quyib (трансферный) presslash deyiladi.

Shunday qilib, termoreaktiv polimer materiallardan buyum olish materialning plastik deformatsiyalanishiga asoslangan bo'lib, bu deformatsiya bosim va harorat bir paytda ta'sir etganda amalga oshadi. Bu paytda shakllanish turg'unligi bog'lovchi kimyoviy reaksiyasining choklanishi tufayli vujudga keladi (uch o'lchamli struktura hosil bo'ladi).

Presslash usuli ko'pincha fenol-formaldegid, melamin formaldegid, epoksid, to'yinmagan poliefir smolalar asosida tayyorlangan kompozitsiyalardan buyumlar olishda qo'llaniladi.

## **8.2. Reaktoplastlarni kompressda presslash**

Reaktoplastlarni kompressda presslash usuli bilan buyum olish juda keng tarqalgan usul bo'lib, apparatlar bilan jihozlash sxemasi juda oddiydir. Bu usul press-kukun, voloknit, qatlamlı plastiklardan buyum olishda qo'llaniladi. Bu usul murakkab bo'lmagan konstruksion buyumlar olishda, materiallarni qayta ishlashda, shuningdek, og'irligi 1 kg dan ortiq bo'lgan buyumlar olishda ham qo'llaniladi.

Presslash press-qoliplarda amalga oshiriladi. Qolipning ichki bo'shlig'i buyum shaklini ifodalaydi.

Press-qolip puanson va matritsadan iborat. Qolipda isitish va buyumni chiqarish uchun moslamalar mavjud. Presslanuvchi material ochiq qolipga solinadi, undan so'ng puanson tushiriladi, shunda material qolipning ichki bo'shlig'ini to'ldiradi va zichlanadi, bosim ostida ushlab turiladi. Ushlab turish vaqti tugagach qolip ochiladi va buyum moslama yordamida qolipdan olinadi.

Texnologik operatsiyaga quyidagilar kiradi: xomashyo texnologik xossalarning ko'rsatkichlari, xomashyoni tayyorlash va uni me'yorlash (дозировка), oldindan isitish, press-qolipda shakllash, olingan buyumning sifatini nazorat qilish, buyumga termik va mexanik ishlov berish, tayyorlangan buyum ko'rsatkichlarini aniqlash.

Xomashyo sifati quyidagi ko'rsatkichlar bilan aniqlanadi: nam va uchuvchan moddalar miqdorini aniqlash (2,5–4,0%), materialning oquvchanligini aniqlash (press-kukunlar uchun 45–180 mm/sek, voloknitlar uchun 20–120 mm/sek) qotish tezligini aniqlash. Bu ko'rsatkich press-materialning tarkibiga, buyumning shakliga, presslash haroratiga va dastlabki presslab olish mavjudligiga bog'liq. (Qotish tezligi 1 mm qalinlikdagi nusxani qotirish haroratigacha qizdirib va qotishi tugallanishi uchun ketgan minimal vaqtdir (s/mm). Masalan, novalak fenoplastlar uchun presslash harorati 170°C, qotish tezligi 40–50 s/mm; rezol fenoplastlar uchun esa 60–150 s/mm).

Pressmateriallar Rashig usulida oquvchan holatda va qotish tezligining minimal vaqtini ushlab turish bilan baholanadi.

Ayrim reaktoplastlarning texnologik xossalari 10, 11-jadvallarda keltirilgan:

10-jadval

Material rusumi	Zichligi, g/sm <sup>3</sup>	Nam vauchuvchan moddalar miqdori, %	Rashig bo'yicha oquvchanligi, mm
K-18-2	1,4	2,0–4,5	90–190
K-21-22	1,4	2,0–5,0	90–190
AG-413	1,7–1,9	2,0–5,0	180 gacha
Aminoplastlar	1,35–1,45	2,8–3,0	60–160

Kirishish quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$Y = \frac{D_q - D_d}{D_q} < 100\%,$$

bu yerda:  $D_q$  va  $D_d$  — qolip va metallardan yasalgan standart o'lchamga ega diskning diametrlari, mm.

Material rusumi	Uzunasiga hisobiy kirishishi, %	Qotish vaqti, sek	Qovushqoq-oquvchan holatda bo'lish vaqti, sek	
			120°C	170°C
K-18-2	0,4-0,8	50-80	420	20-40
K-21-22	0,6-1,0	140	600	80
AG-413	0,1-0,3	—	480	30-40
Aminoplastlar	0,8	78-130	70-150	30-60 (140°C)

Reaktoplastlarning granulometrik tarkibi har xil o'lchamli to'rlar orqali o'tkazib aniqlanadi. Odatda, fenol-formaldegidli presskukunlarda o'lchami 1 mm dan ortiq bo'lgan zarrachalarning miqdori 10-30%; 0,18 mm dan yirigi - 10-20%; 0,25 mm dan yirigi - 11-20% ni tashkil qiladi.

Press materiallarni tabletka holiga keltirish uning zichlanish xususiyatiga qarab aniqlanadi. Bu zichlanish zarrachalarning o'lchamiga, bir xilligiga va materialdagi nam va surkalgan moy miqdorlariga bog'liq.

Press-kukunlarni presslashga tayyorlash har xil xomashyo partiyalarini bir-biriga yaqin bo'lgan texnologik ko'rsatkichlarini o'rganishdan boshlanadi. Bu jarayonning ahamiyati bir partiyadan ikkinchi partiyaga o'tishda texnologik jarayonni o'zgartirishga sarflanadigan vaqtni tejashdan iborat. Agar xomashyo nam bo'lsa, uni quritish zarur. Novalak press-kukun 100°C, rezollar 80°C, voloknit esa 80°C da quritiladi.

Xomashyo hajmi yoki sanog'i (tabletka) bo'yicha me'yorlanadi. Me'yorlash qo'lda yoki mexanik tarzda bajariladi.

Xomashyo oldindan maxsus qizdirish shkaflarida isitilib, press-qolipga solinsa, presslash sikli 2-3 martaga kamayadi, chunki plastmassalar issiqlikni juda kam o'tkazish xususiyatiga ega. Undan tashqari pressmaterialni oldindan isitish presslash bosimini 50% ga kamaytirish imkonini beradi. Bu esa press-qolipning yedirilishini kamaytiradi.

Tabletkalarni TVCH yordamida qizdirish vaqtini quyidagi formula orqali hisoblash mumkin:

$$\tau_{qiz} = C \cdot \rho (T_2 - T_1) / 0,55 \eta_t \cdot E \cdot \text{tg}\delta \cdot f \cdot E^r$$

bu yerda:  $C$  — nisbiy issiqlik sig'imi, kJ/kg;

$\rho$  — zichligi, kg/m<sup>3</sup>;

$T_1$  va  $T_2$  — tabletkaning boshlang'ich va oxirgi harorati;

$\eta_t = 0,4-0,5$  TVCH generatorining termik FIKi;

$f$  — tebranish chastotasi;

$E$  — elektr maydon kuchlanganligi, kV/m;

$\text{tg}\delta$  — materialning dielektrik yo'qotish tangens bur-chagi;

$E^r$  — materialning dielektrik kirituvchanligi.

Buyumni shakllash — presslash jarayonining asosiy operatsiyasi hisoblanadi. Texnologik parametrlarni to'g'ri tanlab, unga rioya qilinsa, olingan buyumning ko'rsatkichlari talabga javob beradi.

Texnologik parametrlarga quyidagilar kiradi: presslash bosimi ( $P$ ); birlamchi presslashlar soni va uning davomiyligi (подпрессовка — presslash jarayonida puansonning 10–20 mm ga ko'tarilib-tushishiga aytiladi, bu vaqtda press-qolipda hosil bo'ladigan gazsimon moddalar chiqib ketadi); press-qolip harorati; buyumning press-qolipda qotish davomiyligi.

Bosim materialga buyum shaklini berish va uni zichlashtirish uchun kerak. Bu siklni quyidagicha tushintirish mumkin: xomashyo qolipga solingandan keyin press-qolip jiplashadi (puanson matritsa ichidagi materialni yopadi) shu paytdan boshlab bosim qolipda oshib boradi, material siqiladi va qolip bo'shlig'ida yoyiladi va qo'shimcha isitiladi. Materialda kimyoviy reaksiya (qotish) boshlanadi va bosim oshadi. Qotish jarayoni tugashi bilan bosim tushadi va press-qolip ochiladi.

Reaktoplastlarni presslash davomida ekzotermik qotish jarayoni ketadi. Issiqlik effekti fenoplastlar uchun 40 kJ/kg ni tashkil qiladi. Bu effekt tufayli presslashda harorat 20–35°C ga ko'tariladi, buni jarayon davomida nazorat qilish kerak.

Presslash bosimi sathi (уровень) presslanayotgan material tipiga, qolipni to'ldirish paytidagi oquvchanligiga, buyum devori

qalinligiga, buyum balandligiga va qolipga qo'yilayotgan «belgi» va «armaturalarga» bog'liq.

Presslash bosimi fenoplastlar uchun 25–40 MPa, aminoplastlar uchun – 25–35 MPa, voloknitlar uchun – 40–50 MPa.

Buyum ishlab chiqarish uchun pressni tanlashda uning nominal kuchilanishi quyidagicha hisoblanishi mumkin:

$$N_H \geq P_{nis} \cdot F_{buyum} \cdot n \cdot K.$$

Buyumni presslash bosimi esa (monometrik bosim  $P_m$ ) quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$P_m = \frac{P_{nis} < F_{buyum} < n < K}{0,78 < d_{pl}^2},$$

bu yerda:  $N_n$  — pressning nominal kuchi, kN;

$P_{nis}$  — materialning presslashdagi nisbiy bosimi, MPa;

$F_{buyum}$  — buyum yuzasi;

$n$  — qolipdagi chuqurchalar soni;

$K$  — presslash davomida bosimning yo'qotilish koeffitsiyenti (1,1–1,15);

$d_{yu}$  — plitaning yuzasi, m<sup>2</sup>;

$d_{pl}$  — plitaning pluntar diametri (presslash gidrosilindrida), m.

Nisbiy bosim ( $P_{nis}$ ) har sm<sup>2</sup> buyumning gorizontal proyeksiyasiga to'g'ri kelayotgan pressning kuchi bilan aniqlanadi.

Bu texnologik usulda buyumni sovitishning hojati yo'q (termoplastlardan buyum qolipda shakllangandan so'ng uni sovitish shart), chunki choklanish tufayli buyum qattiq shaklga ega bo'ladi (harorattan qat'i nazar).

Press-qolipning harorati katta ahamiyatga ega bo'lib, bu materialning qolipda qay darajada qotishidan dalolat beradi.

Temperaturani aniqlashda quyidagilarni e'tiborga olish kerak: press materialning qotish tezligi, buyumning tipi va o'lchamlari.

Qotish vaqti press-qolipning harorati orqali aniqlanadi, ya'ni:

$$T_{qot.} = Be^{-\eta \cdot T_{qot.}},$$

bu yerda:  $B$  — material konstantasi;

$T_{\text{qot}}$  — qotish harorati, K;

$\eta$  — harorat koeffitsiyenti, 1/grad.

Qotish jarayonida polikondensatsiya reaksiyasi tufayli ( $Q_p$ ) harorat oshadi, unda:

$$T_{\text{komb}} = T_{\text{qolip}} = Q_p / (rC_p)$$

Presslash siklini quyidagicha aniqlash mumkin (sek):

$$\tau_s = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5 + \tau_6 \dots$$

bu yerda:  $\tau_1$  — pressmaterialni qolipga solish uchun ketgan vaqt;

$\tau_2$  — press-qolipning yopilishiga ketgan vaqt;

$\tau_3$  — press-qolipni yopiq holatda ushlab turish vaqti (qotish reaksiyasi ketadi);

$\tau_4$  — press-qolipning ochilishiga ketgan vaqt;

$\tau_5$  — buyumni olish uchun ketgan vaqt;

$\tau_6$  — press-qolipni tozalash uchun ketgan vaqt.

Reaktoplastlarni reologik xossalari xuddi termoplastlar singari bir xil xarakterga ega. Faqat kompozitsiyadagi to'ldiruvchining shakliga bog'liqligi bilan ajralib turadi.

Agar bosimni pasaytirish lozim bo'lsa, unda press-materialning qovushqoqligini kamaytirish kerak. Bunga haroratni oshirish bilan erishiladi. Lekin harorat oshishi bilan materialning suyuq holatda bo'lish vaqti kamayadi (material qota boshlaydi).

Bu holat yupqa devorli buyumlar olishda o'zining salbiy ta'sirini ko'rsatadi.

Shunday qilib, materialning haroratini hosil bo'layotgan bosim va oquvchan holatdagi oraliq vaqtga qarab aniqlash kerak ekan.

Presslab olingan buyumga termik va mexanik ishlov beriladi.

Presslash jarayonida va buyumlarga ishlov berilganda hosil bo'lgan chiqindilar maydalanib, kukun holiga keltiriladi.

Olingan kukunni 15–20 % miqdorda toza press-materiallarga qo'shish mumkin. Bunday materiallardan yuqori fizik, mexanik yoki boshqa ko'rsatkichlarga ega bo'lmagan ro'zg'orbop buyumlar olish mumkin.

### *Nazorat savollari*

1. Kompresda va transfer presslash usullari bir-biridan nimasi bilan farq qiladi?
2. Gidravlik press qanday tuzilgan?
3. Press-materiallarni oldindan tabletkalash va qizdirishning mohiyati nimadan iborat?
4. Presslash temperaturasi va nisbiy bosim nimalarga bog'liq?
5. Presslashda bosim ostida ushlab turish vaqti qanday omillarga bog'liq?
6. «Podpressovka» deb qanday jarayonga aytiladi?
7. Asosan qaysi plastmassalardan presslash usuli bilan buyum olinadi?
8. Voloknitlar press-materiallardan nimasi bilan farq qiladi?

## 9-BOB. ICHKI YUZADA QOLIPLASH USULI BILAN BUYUM OLIISH TEXNOLOGIYASI

### 9.1. Ichki yuzada qoliplash yo'li bilan buyum olish usullari

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 va matritsa hamda boshqa usullar mavjud.

Yuqorida qayd etib o'tilgan usullar bilan, 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, termoplastlar isiganda va soviganda o'zini qanday tutishiga qarab ulardan buyum olishda foydalaniladi.

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

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

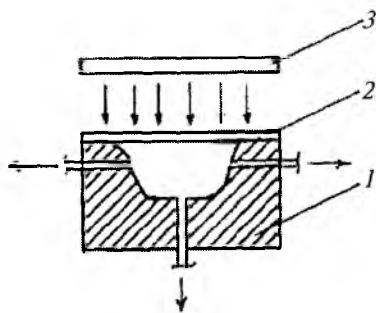
To'xtagan ichki kuchlanish buyumni  $T_g$  haroratgacha qizdirganda qolipning shaklini o'zgartirishi mumkin. Bu jarayon fizik-mexanik nuqtayi nazardan «термоупругое последствие — термоqayishqoqlik oqibati» deyiladi.

Termo-vakuum 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 (термоусадочный) plyonkalar olishda, mufta va fittinglar ishlab chiqarishda.

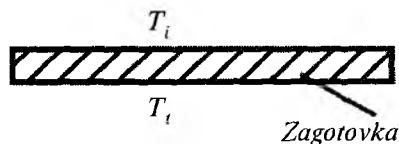
Pnevmo vakuum-qoliplash usuli bilan buyum olish uchun list shaklidagi termoplastdan zagotovka tayyorlanadi. Zagotovka yuqori elastik holatgacha qizdiriladi.

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 15-rasmda keltirilgan.



15-rasm. Buyum olish sxemasi:

1—qolip; 2—zagotovka (xomashyo); 3—qizdirish moslamasi.



16-rasm.

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 kelmaydi. 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 yoki yuqori chastotali elektr toklar yordamida amalga 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 (16-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 qalinligi ikki tomonidagi harorat) katta farq qilsa, salbiy oqibatlariga olib kelishi mumkin.

$$\Delta T = T_i - T_r.$$

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.

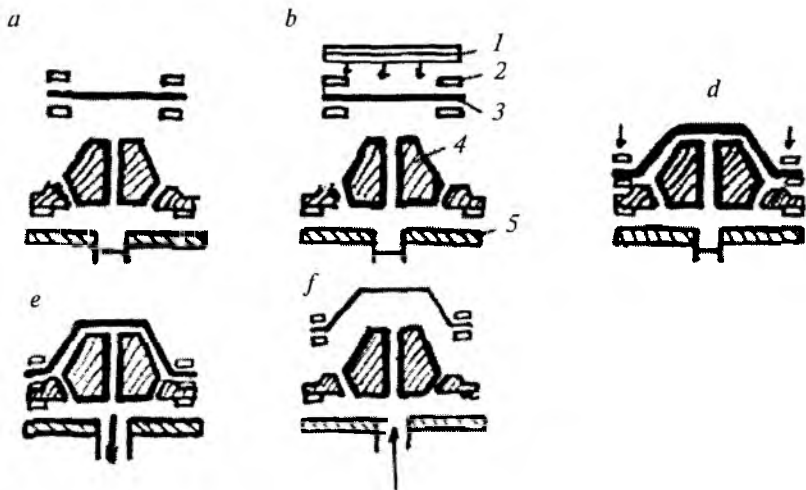
Buyum hosil qilish harorati odatda tajriba orqali aniqlanadi. Chunki bu texnologik parametr polimer xossasiga, list qalinligiga, buyum o'lchami va konfiguratsiyasiga, uning kirishishiga bog'liq.

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

Buyum siqilgan havo yoki vakuum orqali listni tortish (вытяжка) yo'li bilan shakllanadi (17-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.

Shakllanish jarayoni cho'zish koeffitsiyenti orqali baholanadi va quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$K_{cho'z.} = \sqrt{\delta_l / \delta_b - 1},$$



17-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.

bu yerda:  $\delta_1$ ,  $\delta_b$  – list holatidagi zagotovkaning qalinligi va buyum devori qalinligi.

$K_{\text{cho'z.}}$  xuddi deformatsiya tezligi singari makromolekulaning oriyentatsiyalanishiga va buyumning mustahkamligiga ta'sir qiladi.

Buyumni sovitish bir yoki ikki tomonlama bo'lishi mumkin. Bu shakllash usuli va buyum konstruksiyasiga bog'liq. Siqib havo yuborish orqali buyum sovitiladi.

Sovitish sekin-asta amalga oshirilishi kerak, aks holda buyum qiyshayishi mumkin. Sovitish jarayonida ma'lum darajada buyum kirishadi va bu jarayon polimer molekulasining oriyentatsiyalanish darajasiga bog'liq.

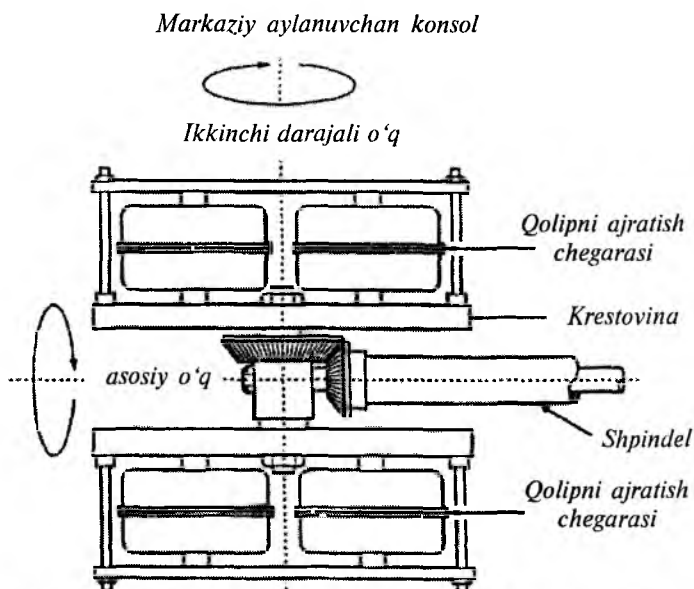
# 10-BOB. KUKUNSIMON POLIMER VA PLASTIZOLLARDAN BUYUM SHAKLLASH

## 10.1. Roratsion usulda shakllash

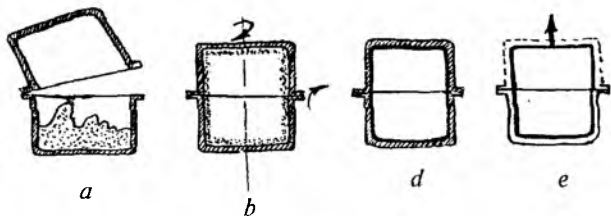
Rotatsion shakllash — ichi bo'sh buyumlar ishlab chiqarish usulidir. Buning uchun termoplast polimer kukun yoki pasta holdida bo'lishi kerak.

Shakllash quyidagi operatsiyalardan iborat: aniq bir miqdordagi polimer metalldan yasalgan ichi bo'sh qolipga solinadi, uning og'zini bekitib, aylantiriladi.

Qolip polimerning suyuqlanish haroratigacha qizdiriladi. Metall qolip aylanganda polimer material bir tekisda ichki yuzaga taqsimlanadi, zichlashadi va aniq qalinlikda monolit qoplama hosil qiladi. Bunda suyuqlanma markazdan qochma kuch va adgeziya tufayli qolipga yopishadi. Sovitilgandan keyin qolip ochiladi va ichi bo'sh tayyor buyum olinadi. Ikki o'qli rotatsion shakllash moslamasi 18-rasmda keltirilgan.



18- rasm. Ikki o'qli rotatsion shakllash moslamasi.



19-rasm. Rotatsion shakllash operatsiyalari:

*a* – qolipni xomashyo bilan to‘ldirish; *b* – buyumni shakllash; *d* – buyumni sovutish; *e* – buyumni qolipdan chiqarib olish.

Rotatsion shakllash usuli bilan ichi bo‘sh buyum olish (19-rasm), boshqa usullarga qaraganda quyidagi afzalliklarga ega:

- katta o‘lchamli buyumlar olish mumkin;
- buyum qalinligi deyarli bir xil;
- chiqindi deyarli chiqmaydi;
- buyumda qoldiq kuchlanish beradi;
- moslama va uskuna narxi arzon;
- iqtisodiy samaradorligi yuqori.

Bu usulning kamchiliklari quyidagilardan iborat:

- shakllash vaqti uzoq;
- buyum materialining zichligi kam;
- buyum o‘lchamlari to‘la aniq emas.

Bu usul bilan buyum olish uchun quyidagi termoplastlar (pasta holida): polivinilxlorid, past va yuqori zichlikka ega bo‘lgan polietilen va ularning aralashmasi; uglerod kukuni bilan to‘ldirilgan polietilen, poliamidlar ishlatiladi.

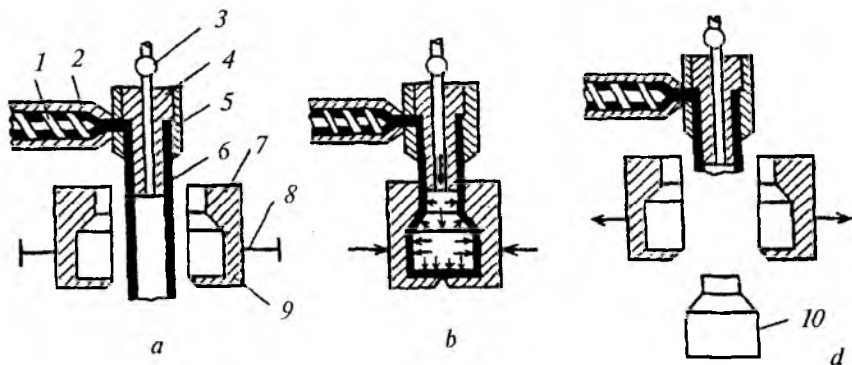
Olinadigan buyumlarning eng katta hajmi 500 l, devorining qalinligi 16 mm gacha bo‘lishi mumkin.

## 10.12. Puflash orqali shakllash

Termoplastlardan ekstruziyalash (yoki bosim ostida quyish) orqali «yeng» qolipda zagotovka olib, uni puflash orqali ichi bo‘sh buyum olish — *puflab shakllash* deb ataladi (20-rasm).

Bu usul ikki xil bo‘lishi mumkin:

1. Quvur-qolipdagi zagotovkani ekstruder yordamida olib, unga siqilgan havoni puflash.



20-rasm. Ekstruziya usulida puflab ichi havol idishlar olish sxemasi:

*a* – ekstruziya usuli bilan quvursimon zagotovka olish; *b* – zagotvokani puflash va buyum shakllash; *d* – buyumni olish. 1 – shnek; 2 – ekstruder silindri; 3 – siqilgan havo yuborish uchun jo‘mrak; 4 – dorn; 5 – mundshtuk; 6 – quvursimon zagotovka; 7 – yarimta qolip; 8 – yarimta qolipni yopish va ochish moslamasi; 9 – press qirasi; 10 – buyum.

2. Quyish mashinasida qolip-zagotovka olib, uni shu mashinada puflash.

Bu usulda asosan quyidagi polimer materiallar qo‘llaniladi: polietilen polistirol, polietilentereftalat, polivinilxlorid va boshqalar. Bu materiallardan har xil idishlar: butilkalar, kanistrlar, hajmi 0,005 dan 500 l gacha bo‘lgan idishlar olish mumkin.

Mashinaning asosiy qismlari quyidagilardan iborat: ekstruziya mashinasi, kallak, shakl beruvchi qolip, qolipni yopib-ochish mexanizmi va puflash uchun pnevmosistema.

Asosiy jarayon ekstruziyalash usuli bilan termoplastlardan buyum olishda sodir bo‘ladigan jarayonlardan deyarli farq qilmaydi.

Asosiy mohiyati – kallakdan chiqayotgan zagotovkaning old qismi birmuncha sovisa, kallakka yaqin qismi issiqroq bo‘ladi, shu sababli zagotvokani uzunasiga nisbatan puflash har xil bo‘lishi mumkin.

Shuning uchun iloji boricha, zagotovka uzilib ketmasligi uchun zagotvkaning qovushqoqligi yuqori darajada ushlanadi. Agar

suyuqlanmaning oqish tezligi oshirilsa, unda polimer destruksiyaga uchrashi mumkin.

Jarayonning asosiy parametrlariga quyidagilar kiradi:

- ekstruziyalash harorati;
- zagotovkaning moslamadan chiqish tezligi;
- zagotovkani puflash darajasi;
- qolipning harorati;
- sikl vaqti;
- agregatning ish unumi.

### *Nazorat savollari*

1. Qanday materiallardan vakuum va pnevmoshakllash usuli bilan buyum olinadi?
2. Rotatsion usulda buyum olish uchun materialning holati qanday bo'lishi kerak?
3. Ko'proq qanday termoplastlardan rotatsion shakllash usuli bilan buyum olinadi?
4. Shakllash sikli tarkibi nimalardan iborat?
5. Olingan buyum sifatiga shakllash rejimi qanday ta'sir ko'rsatadi?
6. Rotatsion shakllash bilan puflab shakllash usuli bir-biridan nimasi bilan farq qiladi?
7. Suyuq holatda shakllash usuli qanday usul hisoblanadi?
8. Termoshakllash orqali buyum olish usullarini aytib bering?

## **11-BOB. POLIMERLARNI POLIMERLAR BILAN VA POLIMERLARNI METALLAR BILAN BIRIKTIRISH**

Polimerlarni qayta ishlashda va ulardan buyum olishda polimerlarni polimerlar bilan va polimerlarni metallar bilan biriktirishning bir qator usullari mavjud va ular asosiy operatsiyalar qatoriga kiradi. Bunda biriktirilgan materiallarning mustahkamligi biriktirishda hosil bo'lgan bog'lanishga juda bog'liq bo'lib, bu olingan materialning sifatini belgilaydi. Ma'lum ekspluatatsion xossaga ega bo'lgan buyum olish uchun payvandlash, changlatish, metall bilan qoplash va yelimlash usullari qo'llaniladi.

### **11.1. Polimerlarni payvandlash**

Ajralmas bog'lanishlar hosil qilish har xil usullar bilan bog'lanadigan yuzalar chegarasida kuchli fizik va kimyoviy bog' hosil qilishdan iborat. Agar texnologiya to'g'ri tanlangan bo'lsa, payvandlash chegarasi umuman ko'rinmaydi va olingan buyum monolit holatda bo'ladi.

Payvand bog'lanish olish uchun qo'llaniladigan texnologik sxema quyidagidan iborat:

- 1) payvandlanadigan yuzalarni tayyorlash (mexanik kirlanishlar, moylanishlar, oksidlanishlardan tozalash);
- 2) yuzalarni bir-biriga kontaktga keltirish;
- 3) siqish bosimi, isitish, eritmalar va kimyoviy reagentlar ta'sir ettirish;
- 4) yuqori haroratda ushlab turish yoki sovitish;
- 5) mexanik ishlov berish (zaruriyat tug'ilganda).

Payvandlash jarayoni uzlukli yoki uzluksiz bo'lishi mumkin. Uzluksiz jarayon list va plyonkadan uzluksiz payvand chok hosil qilish tufayli qadoqlash materiallari olishda qo'llaniladi.

Payvandlash uchun barcha tipdagi termoplastlar, to'rsimon polimerlar va zinapoya tuzilishiga ega bo'lgan makromolekulali polimerlar ishlatilishi mumkin.

Payvandlash yelimlash, parchinlash, agar payvandlanadigan detallar kogeziya energiyasi zichligi bir xil bo'lgan polimerlardan iborat bo'lib, boltlar yordamida biriktirish mumkin bo'lmasa hamda juda katta ishlab chiqarish jarayonini talab etsa, presslash usullariga qaraganda afzal hisoblanadi.

Ajralmas birikmalar hosil qilish usullarini tanlashda payvandlash jarayonida sodir bo'ladigan fizik-kimyoviy jarayonlarni bilish kerak. Ikki asosiy jarayon – atomlararo yoki molekulalararo bo'g'lanishlar polimer detallar yuzalarini birlashtirishga olib keladi. Atomlararo payvandlanib bog'lanishda kimyoviy jarayonlar, keyin fizikaviy, ya'ni diffuzion jarayonlar sodir bo'ladi.

Metallashtirilgan plastmassalar qator afzalliklarga ega (12-jadval).

*12-jadval*

### Metallashtirilgan plastmassalarning afzalliklari

No	Metallga nisbatan	Plastmassaga nisbatan
1	Xomashyo arzon	Tashqi ko'rinishining manzaraliligi yuqori
2	Zichligi past (4–9 marta)	Atmosfera, erituvchilar, nur ta'siriga chidamli
3	Oddiy usul bilan buyum tayyorlash mumkin	Kimyoviy ta'sirlarga chidamli
4	Silliq yuzali buyum olish oson	Issiqlik ta'siriga chidamli
5	Murakkab detallarni quyish oson	Yedirilishga chidamli
6	Korroziyaga chidamliligi yuqori	Yuzasining issiqlik o'tkazuvchanligi yuqori
7	Issiqlik va elektr o'tkazuvchanligi kam	Payvandlab birlashtirish imkoniyati bor
8	Tovushni yomon o'tkazadi	Mexanik mustahkamligi yuqori
9	Ezilishga turg'unligi yuqori	Pardoqlash imkoniyati mavjud

Diffuziya jarayonida termoplastlarni payvandlashda polimerlar oquvchan holatda bo'lganda makromolekulalarda yoki ularning qismlarida o'rta qatlam bog' hosil bo'ladi.

Diffuziya jarayonini payvandlash yuzasini qizdirish yoki eritmalar ta'sirida olib borish mumkin. Shuning uchun payvandlash issiqlik diffuziyasi va eritmalar diffuziyalariga bo'linadi.

### 11.2. Diffuzion payvandlash

Diffuzion payvandlashning bir necha turlari mavjud: qizdirilgan asbob orqali; issiq gaz bilan; infraqizil nurlar bilan; YChT

yordamida ta'sir etish orqali. Shuningdek, polimerni payvandlashni uning eritmasi ishtirokida ham olib borish mumkin.

Payvandlashning asosiy texnologik parametrlari quyidagilar: harorat ( $T_k$ ), isitish vaqti ( $\tau_k$ ), payvandlanadigan yuzaning siqish bosimi ( $P$ ) hamda payvandlanadigan chokni bosim ostida sovitish vaqti.

Payvandlashga diffuzion jarayon deb qarasaq, ya'ni segment yoki makromolekulalarni ikki qatlami orqali o'tishidagi isitish vaqti quyidagicha aniqlanadi:

$$\tau_k = \tau_0 \exp(D/RT_k),$$

bu yerda:  $\tau_0$  — diffuzion jarayon vaqti;

$D$  — diffuzion jarayonni aktivlash energiyasi.

Ikki yuzani bir-biri bilan kontaktlash vaqti va bosimi materialning qovushqoqligiga bog'liq. Yuqori qovushqoqlikka ega bo'lgan polimerlarda makromolekulaning diffuziyasi sekinlashgan bo'ladi. Shuning uchun payvandlanadigan yuzaning yuqori bosim qiymati payvandlanadigan ikki yuzaga kontaktining va polimer segmentlarning diffuziyasini yaxshilashga olib keladi. Lekin haddan ortiq yuqori bosim payvandlangan chokning juda yupqalashishiga va agar plyonkalar birlashtirilayotgan bo'lsa, materialning chokdan siqib chiqarilishiga olib keladi. Payvandlash nihoyasiga yetganda chok  $T < T_{\text{yum.temp}}$  gacha sovitiladi. Bosim ta'siri tugagandan so'ng jarayon talabga javob beradi.

Har xil polimerlarni payvandlashda har xil qo'shimcha yoki statik sopolimerlar (interpolimerlar)dan foydalaniladi. Odatda, shu qo'shimchalar makromolekulasi tarkibidagi zanjir polimerlarni molekulalarining tarkibida bo'lishi yaxshi payvandlanishga olib keladi.

Yuqori qovushqoqlikka ega bo'lgan polimerlar shu polimer tarkibiga kirgan qo'shilma yordamida payvandlanadi. Bu qo'shilma tarkibiga plastifikatorlar qo'shilsa yoki molekula massasi kam bo'lgan shunday polimer (oligomer) qo'shilsa payvandlash unumli bo'ladi.

Payvandlash jarayonida oriyentirlangan yoki strukturadagi polimerda teskari oriyentatsiya ketishi mumkin. Kristall polimerlari payvandlanadigan chokini sovitganda chokda rekristallizatsiya ham ketadi. Natijada chok strukturasi qolgan hajm strukturasi bilan farq qilishi mumkin.

Payvandlash davrida (issiqlik ta'sirida, sovitilganda) chok atrofida qoldiq kuchlanish paydo bo'ladi. Bundan qutulish uchun payvandlanadigan buyum ekspluatatsiyadan oldin ma'lum vaqt ushlab turiladi. Shuning uchun payvandlanadigan buyumga «termik ishlov beriladi» va bu usul qoldiq kuchlanishni yo'qotishga olib keladi. Termik ishlov berish harorati shishalanish haroratiga yaqin bo'lishi kerak.

### 11.3. Kimyoviy payvandlash

Kimyoviy payvandlash – biriktiriladigan yuzalarning makromolekulalararo kimyoviy bog'lanishini tashkil etish natijasida amalga oshiriladi. Bu usul termoplast va reaktoplastlardan tayyorlangan detallarni payvandlashda qo'llaniladi.

Termoplastlarni bu usul bilan qo'shimcha materiallar qo'shib yoki ularsiz ham payvandlash mumkin. Payvandlash jarayoni chok hosil bo'ladigan hududga (zonaga) issiqlik berish orqali tezlashtiriladi.

Oriyentirlangan PETF plyonkalar quyidagicha payvandlanadi: payvandlanadigan yuzaga aseton yoki benzindagi dikarbon kislotasi anhidridi izomerining aralashmasi surtiladi, so'ng plyonka taxlanib bosim ostida 180–200°C da qizdiriladi va 1–3 sekund ushlab turiladi. Bu vaqtda payvandlanadigan yuzada kimyoviy bog'lanish reaksiyasi ro'y beradi. Shunga o'xshash termoplastlarni kimyoviy payvandlash ham misol bo'ladi va h.k.

Reaktoplastlarning kimyoviy payvandlanishi uning tarkibida detal payvandlangandan so'ng qoladigan funksional (kimyoviy) guruhlar miqdori bilan belgilanadi. Bu guruhlar yetarli bo'lgan taqdirda detallar yuzasi murakkab kimyoviy bog'lanishlar hosil qilib, detallar mustahkamligini ta'minlaydi. Yuza YChT va boshqa usullar bilan 150–200°C gacha bir minut davomida qizdiriladi. Fenol-formaldegidning o'zi bog'lovchi hisoblanib, bu yerda qo'shimcha materiallar qo'shilmaydi. Agar yuzalarda funksional guruhlar yetarli bo'lmasa, qo'shimcha materiallardan foydalaniladi. Bunda detallar yuzasiga shu tipdagi smola purkaladi va payvandlash yuqorida keltirilgan sxema bo'yicha amalga oshiriladi. Bu usul bilan qotirilgan poliefir, epoksid va boshqa polimerlar payvandlanadi.

## 11.4. Metall sirtida plastmassa qatlami hosil qilish

Bu usuldan yuqqa devorli mahsulot olish yoki qoplama tayyorlashda (suyuq yoki kukun holdagi polimer) foydalaniladi. Bunda, asosan, termo- yoki reaktoplastlar purkaladi.

Purkash jarayoni quyidagi operatsiyalardan iborat:

- 1) detallar bazasini tayyorlash;
- 2) yuzaga polimerni bir tekis purkash;
- 3) purkalgan yoki yuritilgan polimerning monolitligini ta'minlash;
- 4) qo'shimcha termik ishlov berish;
- 5) konstruksiyani sovitish.

Polimerni purkashning bir necha usuli bor: elektr maydonida purkash, bunda qolipga musbat, purkaladigan kukunga manfiy zaryad beriladi. Bunda purkaladigan kukun zarrachasi detal yuzasiga bir tekis purkaladi. Purkalgan polimer 10 mikrondan 1 mm qalinlikkacha bo'lishi mumkin.

Elektr maydonida purkash usuli boshqa usullarga nisbatan keng tarqalgan, chunki usulni maksimal avtomatlashtirish mumkin va kam mehnat talab qilinadi. Bu usulning kamchiligi — qoplama yuzadan ajralib ketishi mumkin. Yuza sifatsiz tayyorlansa shunday bo'ladi. Bunday qoplamalar metallni korroziyadan yaxshi himoya qiladi.

Idishdagi polimer kukun 50–150°C atrofida qizdirilgan metall buyum ustiga (ayniqsa, murakkab konstruksiyaga ega bo'lgan) solinadi, ya'ni purkaladi. Bu usulning qiymatini zaryad berish yo'li bilan oshirsa ham bo'ladi. Polimer kukunlarni gaz alangasida purkash orqali ham metall buyumlarning ekspluatatsion xossalarini yaxshilash mumkin.

## 11.5. Plastmassalar sirtini metall bilan qoplash

Bu jarayonda plastmassa mahsulotlar (yarimfabrikatlar ham) sirtiga metall qoplama beriladi. Bu usul bilan yuqqa qoplamalar olish mumkin. Qoplama har xil qalinlikda bo'lishi mumkin (0,01÷0,1 mikron).

Bunday qalinlikdagi qoplamalar manzarali mahsulot olishda, yaltiroq, nur qaytaruvchi buyumlar olishda keng qo'llaniladi.

Bundan tashqari 2 mikron qalinlikdagi metall qoplamalar elektr o'tkazuvchanlik xossasiga ega bo'ladi. 30–50 mikronli qoplamalar materialning mustahkamligini va issiqlikka chidamliligini oshiradi.

Polimerlarni metall bilan qoplash uch asosiy:

- 1) mexanik;
- 2) fizikaviy;
- 3) kimyoviy guruhga bo'linadi.

Mexanik usulda qoplama oldindan tayyorlab olinadi, shundan so'ng yuzaga qoplanadi (metall falgani qoplash yoki yelimlab yopishtirish).

Fizikaviy usul, bunda yuzasi yuqori vakuumlangan sovitilgan polimerga metall bug'lari o'tirtiriladi. Shuning uchun bu usul ko'pincha vakuum qoplamasi deyiladi. Bu usul bilan ko'proq PS, PE, ABS plastik PETF mahsulotlari va plyonkalar sirtini qoplashda foydalaniladi.

**Kimyoviy yoki kimyoviy-galvanik qoplamalar.**

Bu usul bilan polimer yuzasida kimyoviy reaksiya amalga oshirilib, uning sirtini metall bilan qoplanadi. Buning uchun yuza yaxshilab tayyorlanadi, so'ng yuzaga metallni qayta tiklash katalizatori o'rnatilib, yupqa metall qatlami hosil qilish uchun metall eritmasi purkaladi. Bunda katalizator tufayli polimer o'z holiga keltiriladi.

Galvanik qoplash shu usulga o'xshash bajariladi. Shuning uchun avval kuchsiz tok beriladi, so'ngra qoplama qalinligi talab etiladigan holatga kelguncha tok miqdori oshirib boriladi. Bu usul bilan ko'p qatlamli qoplama olish ham mumkin.

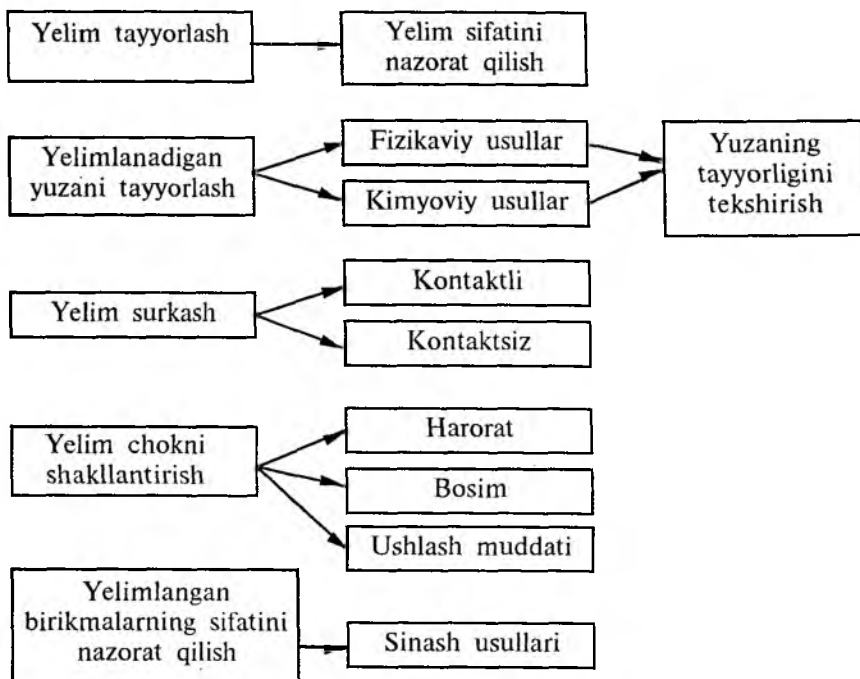
## **11.6. Yelimlash**

Plastmassalarni o'zaro va boshqa materiallar bilan birlashtirib buyum olishda (ayniqsa, texnik buyumlar) oddiy va arzon bo'lganligi sababli, yelimlash usuli keng tarqalgan (13-jadval).

Bu usulning afzalliklari quyidagilardan iborat:

- 1) yelimlash orqali mustahkam ko'rsatkichlarga ega bo'lgan yupqa va qalin qatlamli har xil detallar olinadi;
- 2) yelimlab birlashtirilgan joylarda ichki kuchlanish bir tekisda taqsimlanishi tufayli uning turg'unligi oshadi.
- 3) yelimlangan yuza, odatda, silliq bo'lib chiqadi.

## Yelimlash namunaviy texnologik sxemasi



Yelimlash usulining kamchiliklari quyidagilar:

1) polimerlardan tayyorlangan ko'p yelimlar faqat issiqlik ta'sirida qotadi;

2) polimer yelimlar ko'p holatda zaharli moddalarni o'zida saqlaydi yoki qotish jarayonida shunga o'xshash moddalar ajralib chiqadi. Bu esa, o'z navbatida, jarayonning murakkablashishiga olib keladi.

Yelimlash jarayoniga fizik-kimyoviy nuqtayi nazardan qaralganda, unda «adjeziya» va «kogeziya» kuchlarining roli katta. Adjeziya, yuqorida qayd etganimizdek, yelim zarrachalari va yelimlanayotgan yuza o'rtasidagi bog'lanishdir, kogeziya esa yelim bo'laklari orasidagi qovushishdir. Kogeziya va adjeziya kuchlariga qarab yelimlangan buyumda uzilish yelim bo'yicha yoki yelim asos

yuzasi bo'yicha ketishi mumkin. Agar uzilish yuza orqali ketsa, unda yelim shu yuza uchun, yoki yuza umuman yaxshi tayyorlanmagan bo'ladi. Yelim massasida uzilishga yelimning qalinligi, haddan tashqari qalinligi yoki qotgandan so'ng uning mexanik mustahkamligining pastligi sabab bo'lishi mumkin.

Yelimlab biriktirish mustahkamligi yelim to'g'ri tayyorlanganligidan tashqari boshqa omillarga ham bog'liq, ya'ni: yuzani tayyorlash; yelim qalinligi; yelimlashda bosim miqdori berish; yelimlash davomiyligi va harorat ostida ushlab turish va hokazolar.

Yelim sifatida, asosan, quyidagi polimerlar ishlatiladi:

– epoksid va kremniy organik birikmalar (birgalikda ishlatilsa yuqori adgeziya kuchiga ega va yuqori haroratga chidamli yelim hosil bo'ladi);

– fenol-formaldegidli smolalarning kauchuklar bilan birga hosil qilgan yelimi;

– termoplast va termoreaktiv smolalar aralashmasi (masalan, BF yelimi, kogeziya va adgeziya kuchlari).

Suyuq yelimlardan tashqari qattiq va plyonka holatidagi yelimlovchi materiallar ham ko'p qo'llaniladi.

### *Nazorat savollari*

1. Plastmassalarni metall bilan qoplashdan asosiy maqsad nimadan iborat?
2. Plastmassani metall bilan qoplashning afzallik va kamchiliklarini aytib bering.
3. Plastmassalarni payvandlash qaysi usullar bilan amalga oshiriladi?
4. Yelimlash usulini fizik-kimyoviy asosi nimadan iborat?
5. Yelimlarga qanday talablar qo'yiladi va aniq bir plastmassa buyumni yelimlash uchun yelim qanday tanlab olinadi?
6. Plastmassalarni payvandlashda qaysi usullardan foydalaniladi?
7. Issiq gaz bilan payvandlash jarayonini aytib bering?
8. Ultrabinafsha nur ostida payvandlashning fizik asosi nimadan iborat?

## 12-BOB. REZINANI QAYTA ISHLASH

### 12.1. Rezina haqida tushuncha

Rezina ko'p komponentli material bo'lib, kompozitsion material hisoblanadi, u ozgina kuch ta'sirida osonlik bilan deformatsiyalanishi mumkin va o'zining shaklini deformatsiyadan so'ng qaytadan tiklash xususiyatiga ega. Rezina buzilmasdan, uzilmasdan, qoldiq deformatsiyasi deyarli qolmasdan 500–1000% nisbiy cho'zilishi mumkin. Ma'lumki, po'lat cho'zilish jarayonida uning cho'zilishi qayishqoqligining atigi 1% ini tashkil etadi. Rezinaning bunday xususiyati yuqori elastik xususiyat deb ataladi. Bu ko'rsatkich katta ahamiyatga ega.

Bundan tashqari, rezinaning muhim xarakteristikasi uning qattiq emasligidir. Bu ko'rsatkich uning deformatsiyasi — qayishqoqlik xususiyatiga ega bo'lishi undan har xil valiklar yasashda unga teng keladigan material yo'qligidan dalolat beradi.

Rezina yuqori ishqalanish koeffitsiyentiga egadir. Suv va gaz o'tkazuvchanligi, agressiv muhit ta'siriga chidamliligi bilan boshqa materiallardan ajralib turadi.

Rezina ko'p komponentli sistema, uni tayyorlash va undan buyum olish ancha murakkab va ko'p energiya talab qiladigan jarayondir. Rezina tayyorlash uchun yuqori molekulari polimerlar qo'llaniladi. Ulardan, asosan, qattiq (shishasimon, kristall) holatdan yuqori elastik holatga o'tishda past (uy haroratidan past) haroratni tashkil qiladiganlari foydalaniladi. Rezina tayyorlash uchun qo'llaniladigan elastomerlar odatda *kauchuklar* deb ataladi.

Ko'pincha kauchuklar rezinaga aylanishi natijasida ularning makromolekulari orasida kimyoviy bog', ya'ni to'rsimon bog' hosil bo'ladi.

Kauchukdan tashqari rezina olishda har xil qo'shimchalar (ingridiyentlar) ishlatiladi. Bular kauchukni qayta ishlash vaqtida kimyoviy o'zgarishlarga sabab bo'ladi (plastikligini oshirish, choklash va h.k.) va rezina buyumlar maxsus xossalarga ega bo'ladi.

Ingrediyentlar (qorishmaning tarkibiy qismi) o'zlarining ta'siri bo'yicha quyidagilarga bo'linadi: vulkanlovchi agentlar, vulkanlashni

tezlashtiruvchilar va aktivlovchilar, to'ldiruvchilar, plastifikatlar va eskirishdan saqlovchilar (ularga har xil kimyoviy moddalar kiradi) va h.k. Ingrediyentlarning qiymati kauchukka nisbatan birdan to o'nlab foizlarni tashkil qiladi.

Rezinaning fizik-mexanik xossalarini yaxshilash uchun uning ishqalanishga chidamliligini, qattiqligini, mustahkamligini va boshqa xossalarini yaxshilash uchun tarkibiga oz miqdorda texnik uglerod (qurum) kukun holida qo'shiladi.

Ko'p rezina buyumlar faqat rezinadan tayyorlanmasdan, tarkibiga mato va armirlovchi materiallar kiritiladi. Misol uchun, avtomobil shinasini olsak, unda mato (kord)ning miqdori 15–35% ni tashkil qiladi.

## **12.2. Rezina buyumlar ishlab chiqarish**

Rezinadan buyumlar ishlab chiqarishda asosiy farq qiluvchi xossasi mexanik va kimyoviy jarayonlarni o'zida mujassam qilganligidir.

Oldin kauchuklarga maxsus mexanik ishlov beriladi, ya'ni plastikatsiya ta'sirida qayta ishlashda unga kerak bo'lgan texnologik xossalar beriladi.

Oldindan belgilangan kompleks xossaga ega bo'lgan rezina olish uchun avvalo, kauchuk va aniq tarkibga ega bo'lgan ingrediyentlar bilan qorishma tayyorlanadi. Qorishma tayyorlashdan asosiy maqsad, ingrediyentlarning polimer ichida bir tekisda taqsimlanishini ta'minlashdir. Kauchuklar choklanishidan oldin qovushqoq oquvchan holatda bo'lib, plastik xossaga, ya'ni mexanik qaytmas deformatsiyaga ega bo'ladi. Ingrediyentlar kauchuk massasida surilish deformatsiyasi ta'sirida bir tekisda taqsimlanadi. Bu jarayon maxsus mashinalarda amalga oshiriladi. Kauchukni ingrediyentlar bilan aralashtirishda komponentlar aralashishi bilan bir qatorda bir qancha murakkab fizik-kimyoviy va kimyoviy jarayonlar kechadi. Jumladan, polimer-strukturaviy o'zgarishlar (mexanik kuchlanish ta'sirida), rezina komponentlari orasidagi o'zaro ta'sir va h.k. Sodir bo'layotgan jarayonlar xarakteri rezinani qayta ishlash sharoitiga bog'liq.

Rezina qorishmasi asosiy yarimfabrikat hisoblanadi va undan rezina buyumlari tayyorlanadi. Rezina qorishmasi, kauchuklar singari, plastik xususiyatga egadir. Shuning uchun aniq bir sharoitda u har xil usullarda shakllanishi mumkin. Shakllanish xususiyatidan zagotovka tayyorlashda foydalaniladi.

Rezina qorishmalaridan shprishlash, kalandrlash, presslash va boshqa usullar bilan buyum olish mumkin. Rezina qorishmasi bilan mato, metall va boshqa yuzalarni qoplash ham mumkin.

Rezina buyumlarni olishda asosiy va yakunlovchi jarayon vulkanlash hisoblanadi. Vulkanlash jarayonida kauchuk makromolekulalari ko'ndalang kimyoviy bog' hosil qilib, vulkanlovchi uch o'lchamli to'r hosil qiladi. Natijada plastik rezina aralashmasi yuqori elastik rezinaga aylanadi.

Shunday qilib, qayta ishlash jarayonining vulkanlash bosqichida mashinada takrorlanmas muhim o'zgarish, ya'ni material xossasining o'zgarishi sodir bo'ladi.

Vulkanlash jarayonida oltingugurt hamda aktivlovchi va tezlatuvchi moddalar ta'sirida kauchuk makromolekulalariaro uch o'lchamli to'r hosil bo'ladi. Bunda issiqlik katta rol o'ynaydi. Shuning uchun vulkanlash jarayonida tashqaridan bosim ostida issiqlik beriladi. Bu jarayon har xil apparatlarda olib boriladi. Ayrim paytlarda shakllanish va vulkanizatsiya jarayoni bir vaqtda olib boriladi.

An'anaviy texnologik jarayonlar qatorida rezina buyumlarni «qattiq» kauchuklardan olish bilan birga rezina sanoatida kauchuklarning suvdagi dispersiyasidan — lateksdan buyum tayyorlash taraqqiy eta boshladi. Bu usul bilan olingan yarimfabrikat dastlab quritiladi, keyin vulkanlanadi.

Rezina sanoatida organik eritmalarda tayyorlangan rezina aralashmasi (eritmalar) — *rezina yelimlari* deb ataladi. Ular har xil sohada keng qo'llaniladi.

Shunga o'xshash rezina aralashmasidan kukun hoida yarimfabrikat olish va uni qo'llash, suyuq kauchuklarni, quyi molekullari polimerlarni rezina buyumlar olishda qo'llash ham katta ahamiyatga egadir.

### 12.3. Kauchuk va rezinaning texnologik va fizik-mexanik xossalari

Kauchuk va rezina aralashmasining muhim texnologik xossalariga: plastoelastik va adgezion yopishqoqlik, hamda rezina aralashmasi uchun vulkanlash xossalari kiradi.

Aralashtirish va shakllash jarayonida kauchuk va rezina aralashmasining o'zini qanday tutishini baholash uchun eng muhim ko'rsatkich bo'lib, plastik va yuqori elastik deformatsiyalarining umumiy deformatsiyada bir-biriga nisbati, boshqacha aytganda, plastoelastik xossasi hisoblanadi.

Materialning plastikligi deb, osonlik bilan deformatsiyaga uchrashi va deformatsiyalovchi kuch olingandan keyin shaklini saqlab qolish xususiyatiga aytiladi. Elastiklik xossasi deb, materialda qayta deformatsiya sodir bo'lishi yoki boshqacha qilib aytganda, elastiklikning tiklanishiga aytiladi. Plastiklik xossasining harorat ta'sirida o'zgarishi uning termoplastikligini va materialning shakllanish xususiyatini ko'rsatadi.

Vulkanlash jarayonida rezina aralashmasining plastiklik xossasi kamayadi va yuqori elastiklik xossasi ortib boradi. Rezina plastoelastik xossasining harorat ta'sirida o'zgarishi aralashmani vulkanlashga bog'liqligidan dalolat beradi.

Rezina aralashmasini qayta ishlashda va uni saqlashda yuqori haroratda kauchuk bilan vulkanlovchi reagent orasida sodir bo'ladigan reaksiya uning noma'qul plastoelastik xossasining o'zgarishiga sabab bo'ladi. Bu o'zgarish *vaqtidan ilgari vulkanlash yoki dastlabki vulkanlab* (подвульканизация) olish deb ataladi.

Kauchuk va rezina aralashmalarining plastoelastik xossalarini quyidagi usullar bilan baholash mumkin: ikki yuza oralig'ida siqish natijasida namuna balandligining o'zgarishi bilan; ikki yuza (qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas) oralig'ida deformatsiya siljuvchanligiga qarshiligi bo'yicha; kalibrlangan teshik orqali bosim ostida oqish tezligi bilan; qattiq uchlikni kuch bilan materialga botish tezligi orqali.

Plastoelastik xossalarni aniqlash usullari standartlashtirilgan. Shuningdek, rezinaning qattiqligi va bu orqali rezina aralashmala-

rining sifati to'g'risida fikr yuritish mumkin. Chunki qattqlik vulkanlovchi modda, to'ldirgich va plastifikatorlar qanday miqdorda olingani va aralashgani, hamda aktiv tezlatkich moddalar (tiozol, tiuram) qo'shish va ular miqdorini oshirish bilan rezinaning vulkanlanish darajasini oshirish mumkin. Bu asosiy xarakterlovchi ko'rsatkichlardan biridir. Qattqlik faqat vulkanlangan rezina namunalari uchun aniqlanadi. Uning miqdoriga qarab rezinaning elastikligi haqida ham ma'lumot olish mumkin.

Rezina buyumlarning qattqligi ularga qattiq har xil shakldagi boshqa uchli materialning botish chuqurligi bilan o'lchanadi. Sinash ishlarini bajarish uchun ish prinsipi materialni botirish va botish chuqurligini aniqlashga (ISO, TSHM-G) yoki prujinaning deformatsiyalanish qattqligini topishga asoslangan qattqlik o'lchagich (SHOR-A) asboblardan foydalaniladi.

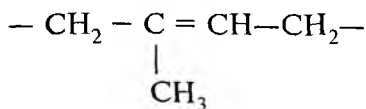
Shuningdek, fizik-mexanik ko'rsatkichlarga rezinani yeyilishga sinash, ya'ni ishqalanish va yemirilib eskirishini yelimlab birlashtirilgan rezina bilan metall orasidagi bog'lanish mustahkamligini ajratish usuli bilan aniqlash va boshqalar kiradi.

## 12.4. Kauchuklarning umumiy xarakteristikasi

**Tabiiy kauchuk.** Tabiiy kauchuklar o'zining tarkibida kauchuk saqlovchi o'simliklar shirasidan olinadi.

Lateks — tarkibida kauchuk bo'lgan o'simlik shirasi bo'lib, kauchukning suvdagi dispersiyasi unda, odatda, kauchuk miqdori 40% bo'ladi.

Tabiiy kauchuk izopentan guruhlaridan tashkil topgan bo'lib, quyidagi formulaga ega:



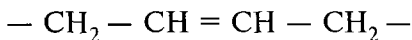
### **Sintetik kauchuklar.**

**Izopren kauchuk** sintetik kauchuklar turkumiga kiradi. Tabiiy kauchukdan tarkibida kauchuk bo'lmagan moddalar miqdorining kamligi, takrorlanib keluvchi bir xil zanjir tuzilishining kamligi

hamda polimer zanjirida funksional gruppalar yo'qligi bilan farq qiladi. Sintetik izopren kauchuk molekular massasi tor doirada taqsimlanadi.

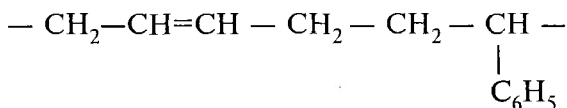
Sintetik izopren kauchuk tarkibida azot saqlovchi moddalar va kul miqdori kam bo'lganligi tufayli suv ta'siriga chidamli va yuqori dielektrik xususiyatga ega.

*Butadiyen kauchuk* (SKB). Bu kauchuk butadiyen polimerni natriy va sigler katalizatori ishtirokida sintez qilib olinadi.



Sintetik kauchukdan tayyorlangan maxsus rezinalar markalari oziq-ovqat sanoatida, tibbiyotda qo'llaniladi. Bu kauchuk asosida olingan rezina mustahkamligi yuqori bo'lmasa ham, elastikligi yuqori, sovuqbardoshligi va yemirilishga chidamliligi bilan boshqa kauchuklardan farq qiladi.

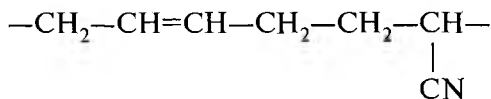
*Butadion stiroil kauchuklar.*



Bunday sintetik kauchuklar keng tarqalgan bo'lib, har xil assortimentda ishlab chiqariladi.

Bu SKS (10,30,50% stiroil) olishda xomashyoning mo'ligidan tashqari uning xossalari yaxshi, undan har xil rezina buyumlari olish mumkin.

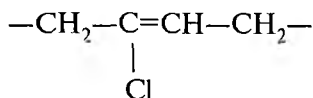
*Butadiyen-nitril kauchuklar* — maxsus maqsadlarda ishlatiladigan kauchuklar qatoriga kiradi. Ular SKN rusumda ishlab chiqariladi.



SKN asosida tayyorlanadigan rezinalar o'zining suyuqlikda bo'kishga chidamliligi, issiqlik ta'sirida eskirishga chidamliligi, yaxshi

adgeziya xususiyatiga egaligi va boshqa xossalari bilan yuqorida qayd etilgan rezinalardan farq qiladi.

### *Xloropren kauchuklar*



Bu kauchuk ham maxsus maqsadlarda ishlatiladi. Polixloropen tarkibida xlorning bo'lishi unga yonmaslik xususiyatini beradi, uning metallarga bo'lgan adgeziya xossasi yuqori, bo'kishga turg'unligidan gazlarni kam o'tkazadi.

*Etilen-propilen kauchuklar* etilen va propilen sopolimeri bo'lib, kompleks katalizatorlar ishtirokida sintez qilinadi va u CKEP nomi bilan yuritiladi.

Bu kauchuk ishtirokida olingan rezina buyumlar agressiv muhitda +150°C gacha sharoitda ishlatilishi mumkin.

*Butil kauchuk* izobutilen va izoprenlarning sopolimeridir. Bu kauchuk ham gaz o'tkazish koeffitsiyentining kamligi bilan ajralib turadi.

## **12.5. Rezina aralashmasi uchun ingrediylentlar va ularning vazifalari**

Tabiiy va sintetik kauchuklar va latekslar toza yoki vulkanizatsiya qilinmagan holda deyarli qo'llanilmaydi. Yelim tayyorlashda, izolatsiyalovchi tasmalar ishlab chiqarishda sof holatdagi kauchuk 1% dan ortiq ishlatilmaydi.

Amaliyotda, asosan, vulkanizatsiya qilingan rezina aralashmasi – rezina qo'llaniladi. Rezinaga kerakli bo'lgan xossani berish uchun kauchuklar organik yoki noorganik, sochiluvchan yoki suyuq moddalar bilan aralashtiriladi (qoriladi) va keyin vulkanizatsiya qilinadi. Hamma qo'shilgan moddalar «ingrediylent», ya'ni tarkibiga kiruvchi nomi bilan yuritiladi.

Rezina aralashmasi tarkibiga kiruvchi asosiy komponentlar vazifasiga qarab quyidagi guruhlarga bo'linadi:

– kauchuklar va reagentlar (ishlatilgandan keyin yana ishlatishga yaroqli bo'lgan, dastlabki xususiyatlari tiklanadigan materiallar);

- vulkanizatsiyalovchi moddalar;
- vulkanizatsiyani tezlatkichlar;
- vulkanizatsiyani aktivlashtirgichlar;
- eskirishga qarshilik ko'rsatuvchi moddalar;
- plastifikatorlar;
- aktiv to'ldirgichlar (vulkan mustahkamligini oshiruvchilar) va noaktiv to'ldirgichlar.

Maxsus vazifalarni bajaruvchi komponentlar quyidagilar:

- g'ovak hosil qiluvchilar;
- podvulkanizatsiyani sekinlashtiruvchilar;
- rang beruvchi moddalar va boshqalar.

Yordamchi materiallar – upa holda surtiluvchi moddalar.

Rezina aralashmasida kauchukning miqdori 5 dan 92% gacha bo'lishi mumkin. Kauchuk va vulkanlash uchun kerak bo'lgan ingrediyentlar aralashmasi odatda *to'ldirilmagan aralashma* deyiladi.

Misol uchun, rezina aralashmasinig biror retseptini keltiraylik:

Kauchuk		100 og'irlik qism
Oltinugurt		2–3,5 og'irlik qism
Tezlatuvchi:	tiuram	0,5–2 og'irlik qism
	rux oksidi	5 og'irlik qism
Aktivatorlar:	stearin kislotasi	1 og'irlik qism
	texnik uglerod	45 og'irlik qism

### ***Vulkanlovchi modda.***

Vulkanlash, yuqorida aytib o'tilganidek, plastik kauchukni elastik rezinaga aylantirishdan iborat. Bu jarayon kauchukning oltinugurt bilan issiqlik ta'sirida reaksiyaga kirishishi orqali amalga oshiriladi. Bu jarayon vulkanlash nomi bilan yuritiladi:



Polimerlar kimyosi nuqtayi nazaridan vulkanlash jarayonida oltinugurt orqali chiziqsimon kauchuk makromolekulasidan to'rsimon makromolekula hosil bo'ladi. Hozirgi paytda vulkanlash kimyoviy reaksiyasi joriy qilinishi bilan bu jarayonni texnologik

jarayon deb atash mumkin. Chunki vulkanlash jarayonida materialning qattiqligi oshadi, mustahkamligi o'zgaradi. Ya'ni, fizik-mexanik xossalari o'zgaradi.

Vulkanlash jarayonini tezlashtirish maqsadida tezlatuvchi va aktivlovchi moddalar qo'shiladi.

### ***Plastifikatorlar.***

Polimerlarni modifikatsiyalashning asosiy usullaridan biri bu plastifikatsiya usulidir. Bu jarayonning ma'nosi polimer xossasini uning quyi molekularli birikmalari — plastifikatorlar qo'shish orqali o'zgartirishdir. Natijada sistemaning qovushqoqligi, molekulaning egiluvchanligi o'zgaradi va, qayta ishlashda, ekspluatatsiya qilishda elastik va plastikligining oshishiga sabab bo'ladi.

Rezina tayyorlashda plastifikatorlar ikkita kichik guruhga bo'linadi:

haqiqiy plastifikatorlar, kauchuklarga muvofiq keladigan moddalar bo'lib, ular bir-biri bilan aralashganda qovushqoqligi kamayadi, shishalanish temperaturasi pasayadi va elastiklik xossasi yaxshilanadi hamda sovuqbardoshligi ortadi;

qayta ishlash jarayonini osonlashtiruvchi moddalar, ular oquvchanlik temperaturasini pasaytiradi, rezina qorishmasining qovushqoqligini kamaytiradi; sovuqbardoshligiga ta'sir ko'rsatadigan moddalar *yumshatuvchilar* deb ataladi.

### ***To'ldiruvchilar.***

To'ldiruvchilar qattiq, suyuq va gazsimon bo'lishi mumkin. Amalda ko'proq qattiq kukunsimon organik yoki noorganik to'ldiruvchilar ishlatiladi.

To'ldiruvchilarni kiritishdan maqsad rezinaning fizik-mexanik va texnologik xossalarni o'zgartirish, materialning hajmini ko'paytirish, tannarxini arzonlashtirishdan iborat. Shuningdek, to'ldiruvchilar materialning rangini o'zgartiradi.

Rezinaning mexanik xossasini yaxshilovchi to'ldiruvchilar *aktiv to'ldiruvchilar* deyiladi. Ularning asosiy ko'rsatkichlari — dispersligidir, ya'ni zarrachalarining o'lchami va solishtirma yuzasi.

Elastomerni to'ldiruvchi bilan o'zaro ta'siri to'ldiruvchining tabiatiga yoki uning yuzasi xarakteriga bog'liq.

Texnik uglerod keng tarqalgan kuchaytiruvchi to'ldiruvchilarga kiradi (углеродная сажа — qurum, qorakuya).

Texnik uglerod rezina qorishmasiga kiritilsa, uning mustahkamligi oshadi, ishqalanishga qarshiligi ko'payadi.

Texnik uglerod — juda mayda kukun holatidagi modda. U ugleroddan iborat bo'lib, uglevodorodlarni yoqish usuli bilan olinadi.

Sobiq Ittifoq davrida qurum quyidagi rusumlarda ishlab chiqarilgan:

D — diffuzion;

P — pechda olingan;

T — termik.

Masalan, PGM-30 rusumli qurum quyidagicha o'qiladi: texnik uglerod pech usuli bilan olingan, unga xomashyo sifatida gaz holatidagi uglevodorodlar ishlatilgan, nisbiy yuzasi  $30 \text{ m}^2/\text{g}$  ga teng.

## **12.6. Rezina ishlab chiqarishdagi asosiy jarayonlar**

Ko'p rezina buyumlar, ularning konstruksiyasi murakkabligidan qat'i nazar, odatda, umumiy texnologiya bo'yicha, ya'ni yarim fabrikatni tayyorlash; vulkanizatsiya qilish yo'li bilan ishlab chiqariladi.

Yarimfabrikatlar parallel potoklarda tayyorlanadi; bular kau-chuk va ingrediyentlarni tayyorlash, tortish, qorishma tayyorlashdan iborat.

Ayrim texnologik operatsiyalar mexanizatsiyalashtirilgan potoklarda yoki avtomatlashtirilgan sxema bo'yicha amalga oshiriladi. Umumiy texnologik ishlab chiqarish quyidagi jarayonlardan iborat:

- xomashyoni qabul qilish va uni saqlash;
- kauchuk va ingrediyentlarni tayyorlash va ularga ishlov berish;
- xomashyoni tortib olish va ularni dozalash (me'yorlash);
- rezina aralashmasini qorish;
- rezina aralashmasini shakllash;
- kalandrlash, matolarga kalandr yordamida rezina qoplash;
- shprishlash;
- rezina zagotovkalarni va matolarni bichish;

- rezina yelimini tayyorlash va matolarni rezina qo‘shib to‘qish;
- murakkab buyumlarni yig‘ish;
- rezina aralashmasini vulkanlash.

Rezina ishlab chiqarish zavodlari og‘ir uskunalar bilan jihozlangan bo‘lib, ko‘p miqdorda elektroenergiya, issiqlik, gidravlik energiya talab qiladi. Shu sababli ishlab chiqarishni shunday tashkil qilish kerakki, ekspluatatsiya xarajatlari minimumga kelsin.

## **12.7. Kauchuklarni plastikatsiyalash**

Rezina buyumni tayyorlashda tabiiy va sintetik kauchuklar hamma vaqt plastoelastiklik xossasi bo‘yicha talabga javob berolmaydi.

Kauchuklarning elastik xossasi rezina buyumlar uchun juda muhim, lekin bu ko‘rsatkich rezina aralashmasini tayyorlashda, ya‘ni qayta ishlash jarayonida ishlov berishda salbiy rol o‘ynaydi, chunki sarflanayotgan mexanik kuchning unumdorligi qaytar deformatsiya hisobiga kamayadi. Mexanik va issiqlik ta‘sirida kauchukning plastikligi ko‘payishi mumkin.

Texnologik jarayon va bu hodisa natijasida kauchukning plastikligi oshishi, qovushqoqligi kamayishi va elastikligining tiklanishi (эластическое восстановление) *plastikatsiya* deb ataladi. Shuning uchun, rezina aralashmasini tayyorlash kauchuklarning aniq bir plastik xossaga ega bo‘lgan ko‘rsatkichidan foydalanishni taqozo qiladi.

Plastikatsiya mexanizmi bilan Sizlar polimerlar fizikasi va kimyosi fanida tanishgansiz.

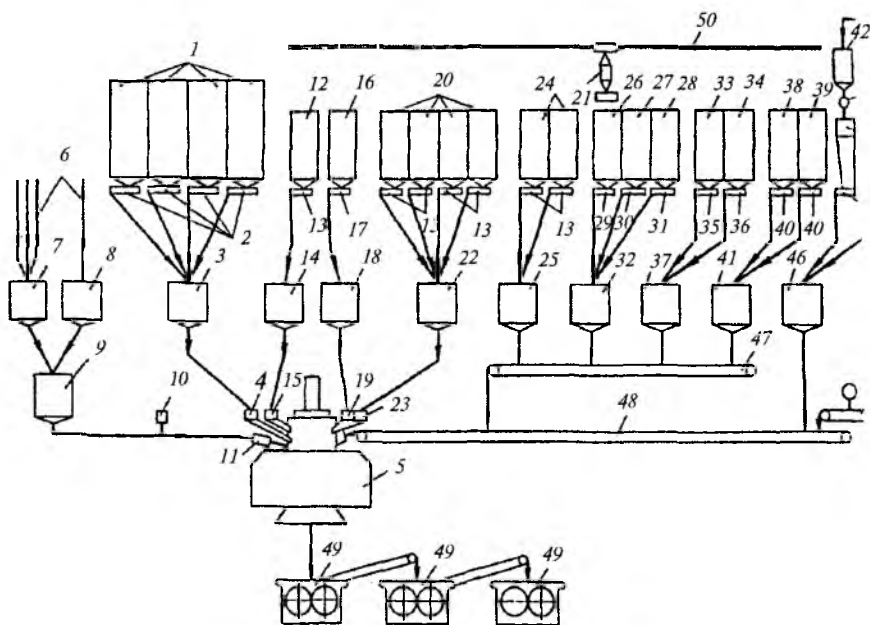
## **12.8. Rezina aralashmasi (qorishmasi)ni tayyorlash**

Oldin aytilganidek, rezina aralashmasi murakkab ko‘p komponentli sistema va uning tarkibiga kauchuk va har xil ingrediylar kiradi va ular kauchuk massasida bir tekisda taqsimlangan bo‘ladi. Rezina aralashmasini olish uchun kauchuk va ingrediylar bir jinsli aralashma hosil qilguncha aralash-tiriladi.

Aralashtirish jarayoni bir necha bosqichdan iborat bo'lishi mumkin:

- qattiq komponentlarni maydalash;
- komponentlarni kauchukka kiritish;
- aglomeratlarni disperslash;
- qorishtirish.

Komponentlarni aralashtirish mexanizmiga ko'p komponentli sistemaning deformatsiyalanishi deb qarash mumkin. Bu deformatsiya natijasida aralashayotgan materiallarning qalinligi tobora kamayib borishi komponentlararo yuza ta'sirining oshib borishiga



21- rasm. Rezina aralashmasini tayyorlash texnologik sxemasi:

1, 12, 16, 20, 24, 26, 27, 28, 33, 34, 38, 39, 44 – har xil materiallar uchun taqsimlash bunkerlari; 3, 7, 22, 25, 32, 37, 41, 46 – ingredient-lar uchun avtomatik tarozilar; 5 – rezina aralastirgich; 6 – sirkulatsion sistema; 10 – shesterniyali nasos; 13, 17 – tebranma shnekli ta'minlagich; 35, 36, 40, 45 – vintli ta'minlagich; 42 – granula holatidagi kauchuk uchun idish; 49 – valslar.

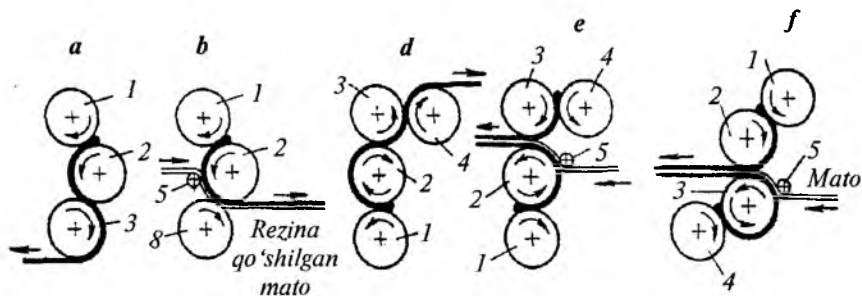
olib keladi. Natijada, shunday holatga erishish mumkinki, qatlam qalinligi disperslanayotgan faza zarracha o'lchamiga yaqinlashadi.

Rezina aralashmasining sifati komponentlarning hajmda bir tekisda taqsimlanishi bilan belgilanadi.

Rezina aralashmasini tayyorlash 21-rasmda keltirilgan.

## 12.9. Rezina aralashmasini shakllash

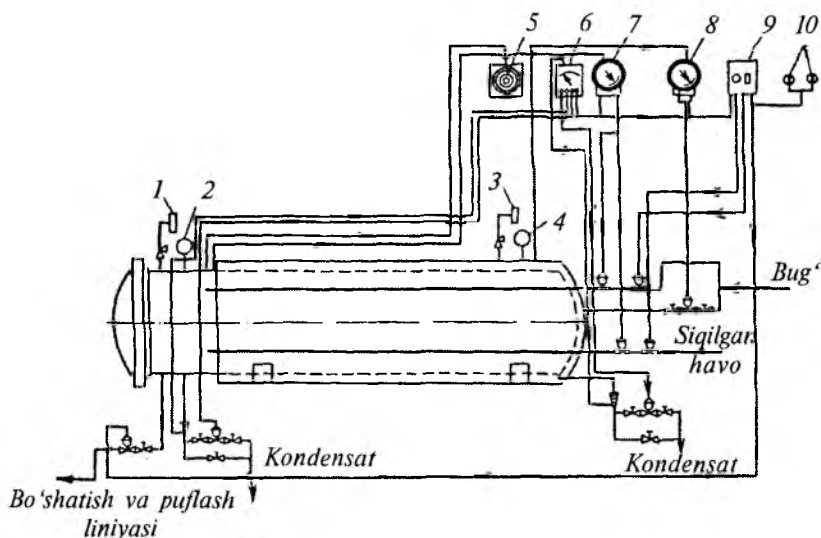
Rezina buyum olish uchun rezina qorishmasiga aniq bir shakl berish kerak, ya'ni shakllantirish zarur (22-rasm).



22-rasm. Rezina buyumlarni vulkanlash.

Shakllanish asosan: kalandrlash, ekstruziya (шприцование), presslash, bosim ostida quyish usullari bilan amalga oshiriladi. Rezina ishlab chiqarishda ko'pincha shakllash jarayoni vulkanlash jarayoni bilan birga olib boriladi.

Turli rezina buyumlarini ishlab chiqarishda vulkanlash katta rol o'ynaydi. Vulkanlash jarayonida rezina qorishmasining plastikligi kamayadi va asta-sekin elastiklik xossasi oshib boradi, fizik-mexanik xossasi esa yaxshilanadi. Rezina aralashmasi tarkibida vulkanlovchi moddalar bo'lib, ular yuqori haroratda kauchuk bilan reaksiyaga kirishadi. Temperaturaning ta'sir vaqti oldindan belgilab olinadi. Vulkanlash jarayoni har xil «qozon»larda amalga oshiriladi, ular *vulkanizatorlar* deb ataladi (23-rasm).



**23-rasm. Vulkanlash jarayonini avtomatik ravishda olib borish sxemasi:**

1, 3 – uzatuvchi klapanlar; 2, 4 – qozondagi va bug' ko'yligidagi bosimni o'lchash monometrlari; 5 – qozonda haroratni avtomatik ravishda yozib boruvchi termometr; 6 – haroratni rostlagich; 7 – qozondagi bosimni rostlagich; 8 – bug' ko'yligidagi haroratni rostlagich; 9 – signalizatsiya.

### *Nazorat savollari*

1. Rezinaning va kauchukning texnologik, fizik-kimyoviy va fizik-mexanik xossalarini tushuntirib bering.
2. Rezina aralashmasining ingrediyentlari va ularning vazifalari nimalardan iborat?
3. Rezina olishda vulkanlashning roli qanday, tushuntirib bering.
4. Nima uchun rezina yuqori elastik materiallar turkumiga kiradi?
5. Rezina tayyorlashda eskirishdan saqlovchi qanday moddalar ishlatiladi?
6. Oltinugurt rezina aralashmasida qanday vazifani bajaradi?
7. Lateks nima, u qanday tayyorlanadi va qayerda qo'llaniladi?
8. Maxsus qo'llaniladigan kauchuklar deb qanday kauchuklarga aytiladi?

## **13-BOB. LOK-BO‘YOQ MATERIALLAR HAQIDA UMUMIY MA‘LUMOT**

### **13.1. Lok-bo‘yoq materiallarning komponentlari haqida tushuncha**

Loq-bo‘yoq materiallarning (LBM) komponentlari sifatida korxonalarga keltiriladigan dastlabki tayyor xomashyolar va korxonalarining o‘zida bevosita ishlab chiqariladigan yarim-tayyor mahsulotlardan foydalaniladi. Yarimtayyor mahsulotlarga polikondensatsion smolalar eritmaları va ular asosida tayyorlanadigan loklar, ko‘p pigmentlar va mikroto‘ldirgichlar, sikkativlar, olif, polivinilasetat emulsiyasi, ba’zi erituvchilar va yarimmahsulotlar, shuningdek, ko‘p monomerlar — formalin, ftalat kislota angidridi, petaeritrit, difenilol-propan, n-tretbutilfenol va boshqalar kiradi.

LBM quyidagi komponentlardan iborat:

1. Plyonka hosil qiluvchi moddalar:

— polikondensiyalovchi smolalar (alkid, fenol-melamin va karbamid-formaldegid, epoksid, poliuretan, kremniyorganik va boshqalar);

— polimerizatsiyalovchi smolalar (vinilxlorid asosidagi, vinilxloridning vinilasetat bilan sopolimerlari, akrilat, metakrilat va boshqalar);

— tabiiy smolalar (kanifol, asfalt, bitum, shellak va boshqalar);

— selluloza efirlari (selluloza nitrati, asetati va asetobutirati);

— o‘simlik yog‘lari (quriydigan — zig‘ir va boshqalar; yarim-quriydigan kungaboqar va boshqalar; qurimaydigan — kastor va boshqalar);

— tall yog‘i;

— o‘simlik va tall yog‘i kislotalari;

— sintetik yog‘ kislotalari (asosan, C<sub>10</sub>–C<sub>16</sub> fraksiyalari).

2. Pigmentlar:

— noorganik;

— oq rangli (titan (II) oksidi, rux oksidi, metanon va boshqalar);

- sariq (oxra, qo‘rg‘oshin xromat, rux xromati va boshqalar);
  - qizil (temir oksidi, temir surigi, mo‘miyo va boshqalar);
  - ko‘k (temir lazuri, ultramarin va boshqalar);
  - yashil (xrom oksidi, medyanka va boshqalar);
  - organik (azo- va diazopigmentlar, ftalosiyanin va boshqalar).
3. To‘ldiruvchilar (barit, bo‘r, talk, sluda va boshqalar).
  4. Plastifikatorlar (kastor yog‘i, kislota efirlari — ftalatlar, fosfatlar, sebasianatlar va boshqalar).
  5. Erituvchilar (uglevodorodlar, ketonlar, spirtlar, efirlar va boshqalar).
  6. Sikkativlar — qo‘rg‘oshin, marganes, kobalt, naftenatlar, rezinatlar, (asidol, sovun-naft, naften kislotalar, qo‘rg‘oshin, marganes, kobalt oksidi va tuzlari va h.k.).
  7. Qo‘shimchalar — initsiatorlar, qotiruvchilar, tezlatuvchilar, stabilizatorlar, emulgatorlar va boshqalar.
- LBM va qoplamalari xususiyatlari komponentlar sifati va qay nisbatda olinishiga bog‘liq.

### 13.2. Lok-bo‘yoq qoplamalar texnologiyasi

Qoplamalar olish uchun kimyoviy tabiati har xil bo‘lgan lok-bo‘yoq materiallardan (LBM) foydalaniladi. Ularni yuzaga surtish, qotirish va yuqori sifatli qoplamalar olish uchun LBM ma‘lum xossalarga ega bo‘lishi lozim. Suyuq loklar va bo‘yoqlarning muhim xossalari quyidagilar: qovushqoqlik, yuzaning taranglashuvi, qotish tezligi; agar kukunsimon bo‘lsa, u holda disperslik, to‘kilish, qoplama hosil bo‘lish harorati va davomiyligi (vaqt).

Bu ko‘rsatkichlar va ularni boshqarish yo‘llarini bilish, qoplamalar olish texnologiyasi va ular xossalariга maqsadli ta‘sir qilish imkonini beradi.

Lok-bo‘yoq qoplamalari (LBQ) asosini organik tabiatli polimer plyonkalar tashkil qiladi, shuning uchun ularni ko‘pincha organik LBQ deb atashadi. Ularga tarkibida turli ingredientlar: plyonka hosil qiluvchilar (polimer), pigmentlar, modifikatsiya-lovchilar va boshqa qo‘shilmalar saqlagani uchun kompozitsion polimer materiallar sifatida qarash mumkin.

Plyonka deyilganda, moddaning yaxlit yupqa qatlam holatidagi ko'rinishi tushuniladi. Plyonkalar ozod va adgeziyalangan bo'ladi. Qattiq sirtlar bilan adgezion kuchlar orqali bog'langan plyonkalar LBQ — lok-bo'yoq qoplami deyiladi. Bu holat lok-bo'yoq texnologiyasining o'ziga xosligi bilan ta'minlanadi, ya'ni LBQ qattiq sirt-yuzaga tayyor plyonka quyish bilan emas, balki plyonka hosil bo'lish jarayonida yuzaga keladi.

LBQ o'ziga xos xususiyatlarga ega, ularning qalinligi 10÷300 mkm atrofida bo'ladi. Juda yupqa bo'lganligi sababli, yuqori solishtirma yuzaga, ya'ni 10–1000 sm<sup>2</sup>/sm<sup>3</sup> ga ega.

Qoplamalar plyonkasimon holatda bo'lganligi uchun o'ziga hos shakllanish yuz beradi, ya'ni plyonka qancha yupqa bo'lsa, yuzasining roli shuncha namoyon bo'ladi. LBM qoplamasi solishtirma yuzasining qalinligi nomaqbul ekspluatatsiya sharoitini keltirib chiqaradi.

LBQ ikki xil kontakt yuzaga ega: birinchisi — tashqi muhit bilan (odatda, gazzimon yoki suyuq), ikkinchisi — qattiq jism yoki asos (подложка) bilan. Bu ularning yelimli birikmalardan farqidir. Yelim qatlami ikkitomonlama qattiq jism bilan bog'langan bo'ladi. Tashqi muhit va asos ta'siri plyonka kontakt yuzasining kimyoviy tarkibi va strukturasi namoyon bo'ladi. Shuning uchun LBQ ga fizik va kimyoviy jihatdan bir jinsli bo'lmagan sistemalar sifatida qarash kerak.

Shunday qilib, plyonka hosil qiluvchining eritmasi yoki suyuqlanmasidan shakllangan qoplamalarda oralarida uzluksiz chegara bo'lgan uchta qatlamni farqlash mumkin: yuqori (yoki «havo»), oraliq (yoki «o'rta») va pastki — adgeziyalovchi, yoki «oyna». Yuqori qatlami shakllanishi jarayonida qoplam havo bilan ta'sirlashgani uchun ko'proq darajada havoga bog'liq bo'ladi. Oksidlanish destruksiyasi va plyonka hosil qiluvchining havo kislorodi va namligi ishtirokida boradigan boshqa kimyoviy o'zgarishlari shu qatlamda sezilarli bo'ladi; o'rta qatlamga, ayniqsa, pastki qatlamga (adgeziyalovchi va g'ovaksiz asoslar) havo kislorodi va namligi kirishi sekinlashadi. Asos — podlojka ham kimyoviy reaksiyalar borishida qatnashadi, qoplamalar shakllanishida, ayniqsa yuqori haroratda, ularning katalitik yoki ingibirlash roli namoyon bo'ladi.

Asosdagi qoplarning fiksatsiyasi va qattiq yuza kuch maydonining unga ta'siri adgezion qatlamning fizik jarayonlari: kirishish, shishalanish, oriyentatsion belgilar (effekt)iga ham ta'sir qiladi. Bularning hammasi qoplama strukturasi ma'lum darajada ta'sir etadi. Adgeziya qatlamida qoplam hosil qiluvchining molekulasiga ko'ndalang yuza oriyentatsiyasiga duch keladi, bunda polimer massasiga nisbatan kuchsiz struktura shakllanadi. Asosdan uzoqlashgan sari qoplarning oriyentatsiya darajasi va anizotropiyasi keskin pasayadi, polimerning sirtki molekular tashkil bo'lish jarayoni ortadi, jadallashadi. Kristall polimerlardan tayyorlangan qoplamalarda bir jinsiz struktura, ayniqsa, sezilarli bo'ladi. Polimer makromolekulalarining sust qo'zg'aluvchanligi va kristallanish markazlari sonining ko'pligi (qattiq yuzaning fiksatsiyalovchi harakati) tufayli adgeziya qatlamida kristallanishda qiyinchiliklar yuzaga keladi. Bu holat oraliq va yuqori qatlamlarda kuzatilmaydi, kristallanish darajasi adgeziya qatlamiga nisbatan ko'proq.

Sferolitlanish ham birlamchi kristallanishga ma'lum darajada o'xshash. Hajmi bo'yicha maksimal sferolitlar qoplarning o'rta qismiga to'g'ri keladi, periferiyaga (chetga) va podlojkaga yaqinlashgan sayin ular kichiklashadi yoki boshqacha morfologik shakl qabul qiladi. Sferolitlar adgezion qatlamda faqat bir yo'nalishda o'sgani uchun uzunlashgan (ustunsimon) shaklga ega bo'ladi. Bunda chegaraviy transkristall qoplam hosil bo'lish ehtimoli bo'ladi. Uning uzunligi qoplam shakllanish sharoitiga bog'liq bo'lib, turli polimerlarda turlicha bo'ladi, polietilen qoplamalarda u 20 mkmgacha teng bo'ladi.

Ayrim qatlamlarning strukturaviy farqi ularning xossalari namoyon bo'ladi. Shundan, amorf polimerlar eritmasidan olingan qoplarning pastki qatlami kuchli sorbsion xususiyatga va qoidaga muvofiq, oraliq qatlamga nisbatan pastroq qattqlikka ega bo'ladi. Bunda (transkristallanish holati bundan mustasno) u kichik zichlikka ega bo'ladi, ammo hajm bo'yicha yuqoriroq shishalanish harorati (makromolekulalarning qo'zg'aluvchanligi cheklanganligi sababli) kuzatiladi.

Ko'p qoplamalar ko'p komponentli sistemalarga kiradi, ularning qalinligidagi bir jinslimaslik (ba'zan hajmda ham) plyonka

hosil qiluvchining mikro- va makroqatlamlanishi, plastifikatorlarning yuzaga chiqib qolishi yoki kristallanishi, plyonka hosil bo'lishi paytida pigmentlarning yuqoriga ko'tarilib chiqishi (flotatsiya) yoki cho'kib qolishi, asos yuzasidagi komponentlarning tanlab adsorbsiya qilishi natijasida sodir bo'lishi mumkin.

Qoplama har bir qatlami bir jinlimasligini LBM ning retsepturasi orqali ham o'zgartirish mumkin, masalan, o'zaro qovushmaydigan qoplam hosil qiluvchi aralashmadan foydalanganda.

Podlojkada qoplamaning shakllanishi unda kirishish hodisasi bilan bog'liq. To'la relaksatsiya bo'lmaganida kirishish natijasida qoldiq kuchlanishlar yuzaga keladi. Shunday qilib, qattiq zanjirli amorf yoki kristall polimerlardan olingan LBQ ichki kuchlanishli sistemalaridir. Bunga qog'ozga surtilgan akvarel bo'yog'ining yupqa qatlamini misol sifatida keltirish mumkin. Bunda bo'yoqning o'zi ham qog'ozni biroz bug'lanishiga sabab bo'ladi.

Eng yupqa lok-bo'yoq qatlamini ham suyuq va gaz adsorbsiyasidan farq qilish kerak. Suyuqlik va gazlar faqat adsorbent yuzasida bo'ladi, LBQ qoplamlari esa yuzada kogeziyon mustahkamligi hisobiga saqlanib turadi.

Qoplamalarning yuqorida keltirilgan xususiyatlarini LBM olish va ekspluatatsiya qilishda hisobga olish lozim. Hozirgi paytda ekspluatatsiyaga moyil qoplama plyonkalarini kamaytirish ustida ishlar olib borilmoqda.

### **13.3. Qoplama hosil bo'lishining fizik-kimyoviy asoslari**

LBM ga qo'yiladigan asosiy talablardan biri — qattiq qoplamaning shakllanishi, ya'ni qoplama hosil qilishga moyillikdir. Qoplama hosil bo'lishi davrida o'tadigan jarayonlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari qoplama hosil qiluvchi moddaning tabiatiga bog'liq; turli xil qoplama hosil qiluvchi (erituvchilar, suvli va organik dispersiyalar, erituvchisiz suyuq va kukunsimon tarkiblar) sistemalarga tegishli materiallar bir xil bo'lmagan qoplama hosil qiladilar. Bu jarayonlar xarakteri va kinetikasini o'zgartirib qoplamalarning shakllanish tezligi, ularning strukturasi va xossalari ta'sir qilish mumkin.

Qoplama hosil qilish — materialning suyuq yoki qovushqoq-

oquvchan holatdan qattiq holatga o'tib, asos yuzasida adgeziyalovchi qoplama hosil qilish jarayonidir.

LBM qoplama hosil qilish ko'pincha fizik jarayonlar natijasida sodir bo'ladi, ya'ni erituvchilar uchib chiqishi, lateklarning suvsizlanishi va barqarorlashuvi, suyuqlanmalarning sovushi. Eritmalardan koagulatsiya natijasida plyonka hosil qiluvchi qoplama shakllanishi mumkin, biroq bu hodisa kamroq yuz beradi. Ba'zi materiallar, asosan, oligomerlar va monomerlar, polimerlanish yoki polikondensatlanish kimyoviy jarayonlari natijasida, ba'zan bir vaqtda (ko'pincha ketma-ket) o'tadigan fizik va kimyoviy jarayonlar natijasida qoplamalar hosil qiladi. Qoplama hosil bo'lishi fazaviy yoki fizikaviy holatlarga, molekularning o'zaro joylashuvi va moddaning termodinamik xossalariga bog'liq, shuning uchun qoplamalarda qoplama hosil qiluvchi (polimer) kristall shishasimon yoki yuqori elastik holatda bo'lsa, bu qoplamalar ekspluatatsiya qilishga moyil bo'ladi.

Qoplama hosil bo'lishida qanday jarayonlar ketishidan qat'i nazar, ularning tashqi ko'rinishini material qovushqoqligining asta-sekin yoki sakrab o'sishida o'z aksini topadi. Agar dastlabki material suyuq bo'lsa, u holda jarayonning ma'lum bosqichida u qovushqoq-oquvchan, so'ngra yuqori elastik holatda bo'ladi, va nihoyat, qattiq shishasimon jism xossalariga ega bo'ladi.

S. N. Jurkov tasavvuricha, polimerlarning shishalanishi, quyi molekular qoplama hosil qiluvchilarda bo'lganidek, zanjir zvenolarining o'zaro ta'sir energiyasi va issiqlik harakati nisbati bilan aniqlanadi. Zvenolarning issiqlik harakati molekula zanjirining uzunligi o'sgani va harorati pasaygani sayin keskin kamayadi va bu harakat molekular massa yoki qoplama haroratining ma'lum qiymatida ichki va molekulararo o'zaro ta'sirni yengishga yetarli bo'lmaydi. Bu makromolekulalar zvenolari issiqlik harakati intensivligining kamayishiga, zanjirlar qattiqligining oshishiga va natijada materialning qovushqoqligi, qattiqligi va mustahkamligining o'sishiga olib keladi.

Oligomer qoplama hosil qiluvchilar qotgani sababli, ularning zanjirida polimerinalogik reaksiyalar ham bo'lishi mumkin. Masalan, oksidlanish, sulfatlanish va boshqalar. Bunda qutblangan funksional guruhlar to'planib qoladi va natijada makromole-

kulaning qo'zg'aluvchanligi pasayib, polimerning shishalanish harorati ortadi.

Polimerlarda shishalanish jarayoni polimer solishtirma hajmining (ozod hajm minimal miqdoriga yaqinlashgan holat) sakrab o'zgarishi va relaksatsiya jarayonlarining keskin kamayishi bilan boradi. Ayni vaqtda moddalarning qattiq holatiga xos bo'lgan struktura (asosan, muvozanatda bo'lmagan) shakllanishi yuzaga keladi.

### **13.4. Kimyoviy o'zgarishsiz qoplama hosil bo'lishi**

Kimyoviy o'zgarishsiz o'tadigan qoplama hosil bo'lishi bilan (qoplama faqat fizik jarayonlar hisobiga shakllanadi) qaytar qoplamalar (termoplastik va eruvchan) hosil qiladi. Bunda qoplama materialining xossalari dastlabki qoplama hosil qiluvchilarning ko'pgina xossalari mos keladi. Bular amorf va kristall tuzilishga ega bo'lgan quyidagi polimerlardir: vinil, akril, poliolefinlar, poliamidlar, poliflorolefinlar, pentoplast, selluloza efirlari va boshqalar. Bulardan tashqari, oligomerlardan (novolak tipidagi fenoloaldegidlar, shellak, kanifol, bitumlar) ham foydalanilmoqda.

Qoplama hosil qiluvchilarning kimyoviy tabiati, uning eruvchanligi, termoplastikligiga ko'ra eritmalar, suyuqlanmalar, suvli va organik dispersiyalar, aerodispersiyalardan (kukunli sistemalar) qoplamalar olinadi. Ko'p hollarda bu qoplamalar yaxshi mexanik va izolatsion xossalarga ega, biroq ularning adgeziya mustahkamligi ham past bo'ladi.

### **13.5. Kimyoviy o'zgarishlar tufayli qoplama hosil bo'lishi**

Qoplama hosil bo'lishining bu turi asos—podlojkadagi yupqa qatlamda monomerlar yoki oligomerlar bilan kimyoviy reaksiyalar ketishini nazarda tutadi. Natijada chiziqsimon, tarmoqlangan yoki fazoviy tarmoqlangan polimerlar hosil bo'ladi. Fazoviy (uch o'lchovli) strukturali qoplamalarni polifunksional-monomerlarning o'zaro ta'siri natijasida to'g'ridan to'g'ri yoki dastlab shakllangan ochiq zanjirli chiziqsimon yoki tarmoqlangan makromolekulalarni cheklash yo'li (tikilish) bilan olish ko'proq ahamiyatga ega.

Polimerlarning gomopolimerlanish reaksiyasi, sopolimerlanish (shu jumladan, blok va privitoy), polikondensatsiya, tuz hosil bo'lishi yoki bir necha reaksiyalarning bir vaqtda amalga oshishi natijasida hosil bo'lishi mumkin.

Qoplama hosil bo'lish tezligi dastlabki qoplama hosil qiluvchilarning molekular massasi, ularning reaksiyaga moyilligi, solishtirma funkcionalligi tezlatuvchi (katalizlovchi va initsirlovchi) agentlarga bog'liq. Yupqa qatlamda reaksiya o'ziga xos tarzda kechadi:

1) qoplama solishtirma yuzasining kattaligi tufayli komponentlar uchuvchan holatda bo'ladi, buni ayniqsa bug' bosimi yuqori bo'lgan monomerlarni ishlatishda hisobga olish zarur;

2) tashqi muhitning ta'siri kuchli, bu ayniqsa, kislorod va havo tarkibidagi suvda namoyon bo'ladi, u ijobiy ham, salbiy ham bo'lishi mumkin;

3) asos yuzasining o'zi katalitik yoki ingibirlik ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Qoplamalarning shakllanish davomiyligi hamma holatlarda ham kimyoviy reaksiya borishi tezligi bilan aniqlanadi, ularning xossalari esa jarayonning tugallanish darajasi bilan aniqlanadi.

Bunda olinadigan qoplamalarning adgezion mustahkamligi, qoidaga ko'ra, yuqori bo'ladi.

Lok-bo'yoq materiallarning qoplama hosil qilishidagi reaksiyon moyilligi va uni saqlash sharoitidagi turg'unligi o'rtasida bir oz ziddiyat mavjud. LBM qotishga reaksiyon moyilligi uning asosdagi qoplama holatida qay darajada teng bo'lsa, u massada joylashganida (saqlashda) ham shunday bo'ladi. Bunday vaziyatdan turlicha yo'llar bilan chiqiladi:

1. Qoplama hosil bo'lishida agent sifatida tashqi muhit komponentlaridan foydalanish. Masalan, o'simlik yog'lari va alkiidlarning havodagi kislorod va poliuretan oligomerlarining havodagi suv ta'sirida qotishi. Bunda bitta materialda massada saqlashda turg'unlikka erishiladi hamda uning yupqa qatlamda qotishiga moyilligiga erishiladi.

2. Reaksiyon moyilligi komponentlarni aralashtirgandan so'ng namoyon bo'luvchi ikki va ko'p qadoqli LBM dan foydalanish (epoksid va poliefir loklar va bo'yoqlar, ko'pchilik poliuretanlar va b.).

3. Qoplamalar shakllanishida energetik ta'sirlardan foydalanish — qizdirish, UB va radiatsiya nurlari bilan nurlantirish, elektr toki o'tkazish va b. LBM saqlashda ularning ta'siridan foydalanilmaydi.

Qoplama hosil bo'lish jarayonini amalga oshirish sharoitidan qat'i nazar doimo uni tezlatish va minimal energetik xarajatlar qilishga harakat qilinadi.

### 13.6. LBM ni yuzalarga surkash usullari

Loklar va bo'yoqlardan foydalanish tarixidan ma'lumki, ularni yuzaga surkashning turli usullari mavjud. Dastlab faqat qo'lda bo'yash usullaridan foydalanilgan. LBM dan foydalanish masshtabining o'sishi va ular assortimentining kengayishi bilan surkash usullari ham takomillashib bordi. Bunda asosiy e'tibor jarayonlarni mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish, mehnat unumdorligini oshirish, materialning isrof bo'lishini kamaytirish, energiya va boshqa xarajatlarni kamaytirish, qoplama sifatini yaxshilashga qaratildi. Mavjud usullar to'plami har qanday suyuq va kukunli LBM ni uzluksiz va davriy ravishda buyumlar sirtiga va har xil shakl va o'lchamdagi obyektlarga surkash imkonini beradi. Bunda surkash vaqti minimalgacha kamaydi va mehnat unumdorligi keskin oshdi.

#### *Bo'yash usullarining sinflarga bo'linishi.*

LBM surkashning suyuq va kukunsimon usullari farqlanadi.

Qattiq yuzalarga suyuq LBM surkash quyidagilarga asoslangan:

- 1) suyuq LBM ni aerosol holatga keltirib, yupqa qatlam tarzida joylashtirish va koagullash;
- 2) yuzani ho'llash;
- 3) elektr tok, qizdirish va h.k.lar ta'sirida moddaning suyuq muhitdan (eritma yoki dispersiyadan) ajralishi (cho'kib qolishi);
- 4) gaz yoki bug' fazadan (monomerlar uchun) bug'lanish va adsorblanish.

Birinchi usullarning ko'p tarqalgan guruhiga pnevmatik purkash, elektrostatik purkash, gidravlik (havosiz) purkash, aerosol purkashlar kiradi. Bu usullar uchun umumiy holat bu suyuq LBM dastlab dispergirlanadi, ya'ni aerosol holatiga keltiriladi. Olinadigan qoplamalar iqtisodiy jihatdan va sifatiga ko'ra

aerazol xossalari, qay darajada yuzada joylashishi va koagulyatsiyasiga bog'liq bo'ladi.

Ikkinchi guruh surkash usullarini cho'ktirib bo'yash, ustidan quyib bo'yash, valiklar, barabanlar, cho'tkalar va boshqa qo'l moslamalarida bo'yash tashkil qiladi. Ularni amalga oshirish uchun, qattiq yuza va LBM o'zaro kontaktda bo'lishi va imkoni boricha to'liq o'zaro ho'llanishi zarur.

Uchinchi surkash usullari guruhini istiqbolli usullar — elektr va kimyoviy bo'yash va elektrpolimerlanish tashkil qiladi.

To'rtinchi guruhga nisbatan yangi usullar: tushayotgan razryadda polimerlanish, bug' fazadan monomerlarni initsirlab (initsiator yordamida) polimerlash va boshqalar kiradi.

Bunda xuddi elektr polimerlanish kabi, monomer va oligomer qoplama hosil qiluvchi moddalarni surkash jarayoni ularning kimyoviy o'zgarishi jarayoni bilan birlashib ketadi, natijada tayyor qoplama hosil bo'ladi.

Boshqa hollarda lok-bo'yoq materialni surkash va qotirish (qurish) jarayonlari vaqt va qo'llaniladigan apparaturaning ko'rinishi bilan farq qiladi.

Kukunsimon LBM surkash ularning qay darajada oson aerazolga aylanish xususiyatiga asoslangan. Aerozollar qattiq yuzaga quyidagicha surkaladi:

- 1) aerazol zarrachalarining elektrlanishi (yuza zaryadi belgisiga qarama-qarshi belgili zaryad tutashadi);
- 2) qizdirilgan yuza bilan aerazolning kontaklashuvi;
- 3) aerazolning asos yopishqoq yuzasi bilan kontaklashishi;
- 4) aerazolning sovuq yuzada kondensatsiyasi.

Ayrim hollarda kukunsimon bo'yoqlar gorizontaal yuzaga to'kish, elash va h.k. usullar bilan surtiladi.

Hozirgi paytda LBM larning 75% idan ziyodi (suyuq, kukunsimon bo'lsa ham) aerazol texnologiyasiga asoslangan usullar bilan surtiladi. Bunga sabab aerazol holatida LBM oson dozalanadi va yuzada yupqa qatlam tarzida taqsimlanadi. Biroq bu usullarning ko'pchiligi LBM ko'p isrof bo'lganligi uchun tejamsiz. Bu, ayniqsa, pnevmatik purkash usuliga tegishli, bunda yo'qotishning o'rtacha qiymati 45% ni tashkil etadi.

### 13.7. Pigmentlar va to'ldiruvchilarga oid atamalar

Hozirgi paytda faqat noorganik pigmentlar va to'ldiruvchilar uchun atamalar standarti mavjud (GOST 19487-74), LBM uchun atamalar standarti ishlab chiqilmagan. Quyida LBM va ular komponentlarining umumiy qabul qilingan atama va aniqlanishlari keltirilgan.

**LBM** — buyum sirtiga yupqa qatlam qilib surtilganda himoya yoki manzarali qoplama hosil qila oluvchi mahsulot.

**LBO** — 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.

**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.

**Yarimtayyor lok** — yarim mahsulot ko'rinishida bo'lib, emallar va boshqa LBM ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan.

**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.

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

**Suvli-dispersion (emulsion) bo'yoq** — pigmentlar va ular aralashmalarining to'ldiruvchilar bilan birgalikda sintetik polimerlar (polivinilasetat emulsiyasi, butadiyen-stirol lateks va b.) suvli dispersiyasidagi yordamchi qo'shimmalar (emulgator, stabilizator va b.) solingan suspenziyasi, qotganidan so'ng bo'yalgan xira qoplama hosil qiladi.

**Gruntovka** — pigmentlar va ular aralashmalarining to'ldiruvchilar bilan birgalikda plyonka hosil qiluvchi moddalardagi (olif, lok va b.) suspenziyasi, quriganidan so'ng asosga va

yonuvchanligi yuqori qatlamlarga adgeziyasi yaxshi, tiniq bo'lmagan, bir jinsli plyonka hosil qiladi.

**Shpatlevka** — qovushqoq pastasimon massa, pigment, to'ldiruvchi va plyonka hosil qiluvchi aralashmalardan iborat, bo'yalayotgan yuzaning notekisliklari, chuqurliklarini to'ldirishga mo'ljallangan.

**Olif** — plyonka hosil qiluvchi suyuqlik — qurishni tezlatish uchun sikkativ qo'shilgan o'simlik yog'i va yog'li alkid smolalarni qayta ishlash mahsuloti.

**Sikkativ** — oksid ko'rinishida va organik erituvchilarda sovunli eritma ko'rinishidagi (naftenat, linoleat, rezinat va b.) ba'zi metallar (asosan, qo'rg'oshin, marganes va kobalt) birikmalari, LBM tayyorlashda va ishlatishda qurishni tezlatish uchun katalizator sifatida qo'shiladi.

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

**Suyultirgich** — organik uchuvchan suyuqlik, LBM qovush-qoqligini kamaytirish va yuzalarga surtishga yaroqli qilish maqsadida ishlatiladi.

**Noorganik pigment** — tabiiy yoki sintetik quruq, bo'yovchi noorganik modda, dispersion muhitlarda erimaydi va plyonka hosil qiluvchi bilan LBQ hosil qiladi.

**Organik pigment** — sintetik organik quruq bo'yovchi modda (azo-, diazopigmentlar, ftalatsianin va b.), dispersion muhitlarda erimaydi va plyonka hosil qiluvchi bilan rangli emal va yorug' (to'q) rangli, yuqori sifatli bo'yoq hosil qiladi.

**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.

**Plastifikator** — organik mahsulot, deyarli uchmaydi. LBQga elastiklik berish maqsadida plyonka hosil qiluvchiga qo'shiladi.

### *Nazorat savollari*

1. Lok-bo'yoq materiallar komponentlarini ta'riflang.
2. Lok-bo'yoq materiallar qoplama hosil qilishida sodir bo'ladigan fizik jarayonlarni tushuntirib bering.
3. Suyuq va kukunsimon lok-bo'yoq materiallarni surkash usullarini tushuntirib bering.
4. Yupqa parda hosil qiluvchi moddalarga qanday moddalar kiradi?
5. Selluloza efirlari asosida parda hosil qiluvchi lok-bo'yoq materiallarni aytib bering.
6. Oliflar deb qanday moddalarga aytiladi?
7. Sikkativ nima va u lok-bo'yoq olishda qanday rol o'ynaydi?
8. O'simlik moyining parda hosil qilish kimyoviy asoslarini izohlang.

## 14-BOB. EKOLOGIYA VA ATROF-MUHITNI MUHOFAZA QILISH MASALALARI

Prezidentimiz I.A. Karimov global ekologik taxdid va muammolar haqida to'xtalib, «Ekologiya hozirgi zamonning keng miqyosidagi keskin ijtimoiy muammolaridan biridir, uni xalq etish barcha xalqlarning manfaatlariga mos bo'lib, sivilizasiyaning hozirgi kuni va kelajagi ko'p jihatdan ana shu muammoning hal qilinishiga bog'liqdir» deb ta'kidlagan edi.

Jamiyat va tabiat, inson va yashab turgan muhit o'rtasidagi o'zaro munosabat — insoniyatning abadiy muammolaridan biridir.

Hozirgi fan-texnika inqilobi davrida insonning tabiiy boyliklaridan 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 km<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 moddalarni 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 ifloslantiruvchilarga quyidagilar kiradi: *harorat va mexanik kuch ta'sirida polimerlar destruksiyaga 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 holda har xil to'ldiruvchilar qo'shiladi (qurum, karbonat kalsiy va boshqalar). Bunday kukunlar changlanib, odam ishlayotgan muhitiga 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°C); nisbiy namlik (40–60%); havoning harakat tezligi (0,2–0,4 m/s); barometrik bosim (normal 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'rsatkichning chegaraviy ruxsat etilgan chekli yo'l qo'yilgan konsentratsiya (PDK – CHYQK) orqali nazorat qilinadi.

14-jadval

**Plastmassalarni qayta ishlash sexlarida ish zonasida havodagi changning chekli yo'l qo'yilgan konsentratsiyasi**

Moddalar	CHYQK, mg/m <sup>3</sup>	Xavflilik sinfi
Aminoplastlar	6	3
Polivinilxlorid	6	3
Polipropilen	10	3
PE-P2	10	3
Voloknit	8	4

**Termoplast va rektoplastlarni qayta ishlashda  
ajralib chiqadigan moddalar**

Plastmassa turlari	Zaharli moddalar	CHYQK, mg/m <sup>3</sup>	Xavflilik sinfi
1	2	3	4
Fenoplastlar	Karbon oksidi	20,0	4
	Fenol	0,3	2
	Fenoplast aerosoli	6,0	3
	Formaldegid	0,05	1
	Vodorod xlorid	5,0	2
	Benzol	5,0	2
Poliamidlar	Kaprolaktam (aerosol)	10,0	3
	Ammiak	20,0	4
	Geksametilen-diamin	0,1	1
	Uglerod oksidi	20,0	4
Polivinilxlorid	Dibutilftalatlar	0,5-1,0	2
	Vodorod xlorid	5,0	2
	Vinil xlorid	0,1	2
	PVX-aerosol	6,0	3
Polipropilen	Formaldegid	0,5	2
	Polipropilen	10,0	3
	Uglerod oksidi	20,0	4
Polietilen	Formaldegid	0,5	2
	Uglerod oksidi	20,0	4
	Asetaldegid	5,0	3
	Sirka kislotasi	5,0	3
	PE-P2 (aerosol)	10,0	3

1	2	3	4
Polietilen-ftalat	Asetaldegid	5,0	3
	Uglerod oksidi	20,0	4
	Tereftal kislotasi	0,1	1
	Dimetiltereftalat	0,1	1

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 omillar – shovqin, tebranish va boshqalarning oldini olish kerak. Bunday korxonalariga ishga qabul qilinayotgan har bir xodim «Mehnat muhofazasi» fani bilan tanishgan, ayrim qoidalarni o'zlashtirib olgan bo'lishi kerak.

### *Nazorat savollari*

1. Rezina chiqindilari qanday usullar bilan qayta ishlanadi?
2. Termoplast polimerlarning chiqindilarini nima qilish kerak?
3. Reaktoplastlarni qayta ishlatishda qanday gazsimon moddalar ajralib chiqishi mumkin?
4. Lok-bo'yoq materiallar olishda eritmalarning atrof-muhitga qanday ta'siri bor?
5. Chiqindisiz texnologiyaning ahamiyati nimadan iborat, qaysi plastmassani chiqindisiz texnologiyaga kiritish mumkin?
6. Buyum olish texnologik jarayonining qaysi bosqichlarida atmosferaga zaharli moddalar ajralib chiqishi mumkin?
7. Havoga chiqayotgan zaharli moddalarni kamaytirish maqsadida qanday tadbirlar qo'llaniladi?
8. Chiqindisiz texnologiyaning afzalliklari nimalardan iborat?

## ADABIYOTLAR

1. «Основы технологии переработки пластмасс» под ред. *В.Н.Кулезнёва и В.К.Гусева*, Москва, «Химия», 1995.
2. *В.Г.Бортников*. «Основы технологии переработки пластмасс», Ленинград, «Химия», 1983.
3. *У.М.Махсудов*. «Polimer materiallarni sinashga oid praktikum». Toshkent, «O'qituvchi», 1984.
4. *Г.А.Швецов* и др. «Технология переработки пластмасс», Москва, «Химия», 1988.
5. *Ф.Ф.Кошелев* и др. «Общая технология резины», Москва, «Химия», 1978.
6. *М.Ф.Сорокин* и др. «Химия и технология пленкообразующих веществ». Москва, «Химия», 1981.
7. *А.Д.Яковлев*. «Химия и технология лакокрасочных покрытий», Ленинград, «Химия», 1988.
8. *Гуль В.Е., Акутин М.С.* «Основы переработки пластмасс». Москва, «Химия», 1988.
9. *Гуль В.Е., Акутин М.С.* «Основы переработки пластмасс» М.,Химия, 1985.
10. *А.Д.Яковлев*. «Химия и технология лакокрасочных покрытий», Ленинград, «Химия», 1984.

# MUNDARIJA

Kirish .....	3	
<b>1-BOB. PLASTMASSALARDAN BUYUMLAR ISHLAB CHIQRISH</b>		
1.1. Buyumlar ishlab chiqarish usullarining sinflarga bo'linishi .....	7	
<b>2-BOB. POLIMER KOMPOZITSIYALAR TAYYORLASH TEXNOLOGIYASI</b>		
2.1. Polimer kompozitsiyalar haqida tushuncha .....	12	
2.2. Polimer kompozitsiyasini granula holatiga aylantirish .....	13	
2.3. Tabletkalari olish .....	13	
2.4. Polimer materiallarni oldindan qizdirib olish .....	14	
<b>3-BOB. PLASTMASSALARNING TEXNOLOGIK HOSSALARI .....</b>		16
<b>4-BOB. PLASTMASSADAN OLINGAN BUYUMLARNING EKSPLUATASION HOSSALARI</b>		
4.1. Plastmassalarning issiqlik-fizik hossalari .....	20	
4.2. Plastmassalarning fizik-mexanik hossalari .....	20	
4.3. Plastmassalarning past haroratlarga chidamliligini egilish deformatsiyasi orqali sinash .....	25	
4.4. Plastmassalarning yonuvchanligini aniqlash .....	25	
4.5. Plastmassalarning dielektriklik hossalari .....	25	
4.6. Plastmassalarning sanitar-gigiyenik hossalari .....	26	
<b>5-BOB. KALANDRLASH</b>		
5.1. Kalandrlash haqida tushuncha .....	28	
5.2. Kalandrlash jarayonining optimal texnologik parametrlari .....	30	
<b>6-BOB. EKSTRUZIYA</b>		
6.1. Ekstruziya haqida tushuncha .....	32	
6.2. Ekstruziyalash usuli bilan plyonka olish texnologiyasi .....	37	

6.3. Quvurlar olish texnologiyasi .....	42
6.4. Texnologik jarayon rejimi .....	44
6.5. Qayta ishlash texnologik parametrlarining quvur, shlang, profillar hossasiga ta'siri .....	46
6.6. Listlar va har xil profilga ega bo'lgan buyumlar olish texnologiyasi .....	47

### **7-BOB. BOSIM OSTIDA QUYISH TEXNOLOGIYASI**

7.1. Bosim ostida quyish haqida tushuncha .....	51
7.2. Termoplastlardan bosim ostida quyish usuli bilan buyum olish texnologiyasi .....	53
7.3. Bosim ostida ushlab turish .....	57

### **8-BOB. PRESSLASH**

8.1. Presslash usuli haqida tushuncha .....	61
8.2. Reaktoplastlarni kompressda presslash .....	62

### **9-BOB. ICHKI YUZADA QOLIPLASH USULI BILAN BUYUM OLISH TEXNOLOGIYASI**

9.1. Ichki yuzada qoliplash yo'li bilan buyum olish usullari .....	69
--	----

### **10- BOB. KUKUNSIMON POLIMER VA PLASTIZOLLARDAN BUYUM SHAKLLASH**

10.1. Rotatsion usulda shakllash .....	73
10.2. Puflash orqali shakllash .....	74

### **11-BOB. POLIMERLARNI POLIMERLAR BILAN VA POLIMERLARNI METALLAR BILAN BIRIKTIRISH**

11.1. Polimerlarni payvandlash .....	77
11.2. Diffuzion payvandlash .....	78
11.3. Kimyoviy payvandlash .....	80
11.4. Metall sirtida plastmassa qatlami hosil qilish .....	81
11.5. Plastmassalar sirtini metall bilan qoplash .....	81
11.6. Yelimlash .....	82

## 12- BOB. REZINANI QAYTA ISHLASH

12.1. Rezina haqida tushuncha .....	85
12.2. Rezina buyumlar ishlab chiqarish .....	86
12.3. Kauchuk va rezinaning texnologik va fizik-mexanik xossalari .....	88
12.4. Kauchuklarning umumiy xarakteristikasi .....	89
12.5. Rezina aralashmasi uchun ingrediyentlar va ularning vazifalari .....	91
12.6. Rezina ishlab chikarishdagi asosiy jarayonlar .....	94
12.7. Kauchuklarni plastikasiyalash .....	95
12.8. Rezina aralashmasi (qorishma)ni tayyorlash .....	95
12.9. Rezina aralashmasini shakllash .....	97

## 13-BOB. LOK-BO‘YOQ MATERIALLAR XAQIDA UMUMIY MA’LUMOT

13.1. Lok-bo‘yoq materiallarning komponentlari haqida tushuncha .....	99
13.2. Lok-bo‘yoq qoplamalar texnologiyasi .....	100
13.3. Qoplama hosil bo‘lishining fizik-kimyoviy asoslari .....	103
13.4. Kimyoviy o‘zgarishsiz qoplama hosil bo‘lishi .....	105
13.5. Kimyoviy o‘zgarishlar tufayli qoplama hosil bo‘lishi .....	105
13.6. LBM ni yuzalarga surkash usullari .....	107
13.7. Pigmentlar va to‘ldiruvchilarga oid atamalar .....	109

14-BOB. EKOLOGIYA VA ATROF MUHITNI MUHOFAZA QILISH MASALALARI .....	112
--	-----

To'xtamurod Abdurashidov

## PLASTMASSALARNI QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASI

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi  
tomonidan texnika oliy oquv yurtlari uchun o'quv qo'llanma  
sifatida tavsiya etilgan*

«Musiq» nashriyoti  
Toshkent – 2010

Muharrir *D. Abbosova*  
Badiiy muharrir *A. Hasanov*  
Kompyuterda sahifalovchi *Sh. Yo'ldosheva*  
Musahhih *Z. G'ulomova*

Original-maketdan bosishga ruxsat etildi 8.09.2010. Bichimi  
60×84<sup>1</sup>/16. Kegli 11,0 shponli. Tayms garn. Bosma tabog'i 7,5. Shartli b.t.  
7,5. 500 nusxada bosildi. Buyurtma № 93

«Musiq» nashriyoti. 100027. Toshkent, B.Zokirov ko'chasi, 1.

«Toshkent islom universiteti» nashriyot-matbaa birlashmasida chop etildi.  
100011. Toshkent, A.Qodiriy ko'chasi, 11.

ISBN 978-9943-307-58-2



9 789943 307582