

F.B.ASHUROV

“PLASTMASSALARDAN BUYUM OLISHNING ZAMONAVIY USULLARI”



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

Buxoro muhandislik-texnologiya instituti
F.B.ASHUROV

**‘‘PLASTMASSALARDAN BUYUM OLISHNING ZAMONAVIY
USULLARI’’FANIDAN O‘QUV QO‘LLANMA**

BUXORO-2021

Ushbu O'quv qo'llanma "Plastmassalardan buyum olishning zamonaviy usullari" fanidan tasdiqlangan dastur asosida yozilgan mavzularni bayon etishda muammoli o'qitish texnologiyasidan foydalanilgan. O'quv qo'llanmada fanning maqsadi vazifalari boshqa fanlar bilan bog'liqlilik darajasi buyum olishning zamonaviy usullari bugungi kundagi inavatsion texnika va texnologiyalardan foydalanilgan. Plastmassalarni qayta ishlash usuli bilan olingan buyumlarga yaxshi dekorativ ishlov berish, pardozlash va ularni bozorbop qilish, hamda buyumni qaysi sohada qo'llashni 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-buyoq va tolalarga qayta ishlashda xom ashyoni yaxshi tanlab olish va buning uchun o'z navbatida bu polimerlarning hossalarni, tuzilishini va qayta ishlash jarayonida o'zgarishlarini yaxshi bilish kerak. Plastmassa va rezina-texnik buyumlarini ishlab chiqishda chiqindilar hosil bo'lishi mumkin (ayniqsa, reaktoplastlarda, revulkanizatsiyaga uchragan kauchuklarda), bularni yoqish, suvga tashlash yoki erga ko'mish yaramaydi (masalan, polietilentereftalatdan tayyorlangan idishlarni). Buning uchun har bir korxona o'zining ekologik tadbirini ishlab chiqishi lozim. Bu tadbirlarda chiqindini kamaytirish, uni qayta ishlash, ifloslangan havoni tozalash va h.k. lar aks ettirilgan bo'lishi lozim.

O'quv qo'llanma "Yuqori malekulali birikmalar kimyoviy texnologiyasi" bakalavriatura va magistratura yo'nalishi uchun mo'ljallangan.

Taqrizchilar: Buxoro Davlat Universiteti "Umumiy va noorganik kimyo" kafedrası profesori.t.f.d. M.R.Amonov.

Buxoro Muhandislik-Texnologiya Instituti "Charm, mo'yna buyumlari texnologiya va dizayni" kafedrası dotsenti.t.f.n A.A.Hayitov.

MUNDARIJA

2.1.1. Kirish. Polimerlarni turli usullar yordamida qayta ishlab buymolish sanoatining tarixi va uning rivojlanish tendensilari.....	5
2.1.2. Polimerlardan olinadigan plastik massalarning sinflanishi.....	16
2.1.3. Polimerlarni qayta ishlash usullarining sinflanishi.....	26
2.1.4. Termoplastik polimerlar asosida plastmassa buyumlar olish usullarining uziga xosligi.....	50
2.1.5. Termoreaktiv polimerlar asosida plastmassa buyumlar olish usullarining o'ziga xosligi.....	56
2.1.6 Plastmassalar tarkibi va har bir komponentning vazifalari.....	61
2.1.7. Plastmassalardan zamonaviy usullar orqali buyum olishda polimerlarning fizik va mexanik xossalarning ta'siri va ahamiyati.....	67
2.1.8. Plastmassa buyumlarining ekspluatatsion xususiyatlari.	87
Foydalanilgan dabiyyotlar ro'yxati.....	103

2.1.1. KIRISH. POLIMERLARNI TURLI USULLAR YORDAMIDA QAYTA ISHLAB BUYUM OLISH SANOATINING TARIXI VA UNING RIVOJLANISH TENDENTSIYALARI.

Polimerlarni qayta ishlash bu yakunlovchi etap bo'lib undan buyum olish va bu buyum konkret talablarga javob bera olishi kerak. SHuning uchun har hil usullar kashf qilish bilan bir qatorda yangi polimer materiallar ishlab chiqarildi.

Agar tarixga ko'z tashlasak, XIX asrning o'rtalarida kauchukni vulkanizatsiyalash uchun uskunalar, sellyulozani atsetillash va nitrolash usullari paydo bo'ldi. SHundan taxminan 100 yil keyin plastmassalarni qayta ishlash usullari, ularni takomillashtirish va bu usullarni fizik-kimyoviy asosida modellashtirish yuzaga kela boshladi va natijada yangi "Plastmassalardan buyum olishning zamonaviy usullari" fanining yaratilishiga asos bo'ldi. Polimerlarni qayta ishlash texnologiyasiga rezina materiallar olish, lok-bo'yoq tayyorlash, kimyoviy tolalarni shakllash jarayonlari kiradi. Bular ichida plastmassalarni qayta ishlash (va buyumlar olish) texnologiyasi asosiy o'rinni egallaydi.

Bu yo'nalishni ilmiy jihatdan asoslab borish 1952 yilda boshlangan (Berndardm va Mak-Kelvi tomonidan).

Hozirgi paytda plastmassani qayta ishlash sanoati yangi usullar va uskunalarga asoslangandir. Individual polimerlar polimerkompozitlar va polimerlar aralashmasi bilan almashtirilib borilayapti. Bularning natijasida materiallarning hossalari kengaymoqda va ulardan xalq iste'mol buyumlaridan tortib to harbiy va kosmik texnikada qo'llaniladigan detallarni olish imkoniyatlari yaratilmoqda.

Plastmassalarni qayta ishlash texnologiyasiga quyidagi jarayonlar kiradi:

1. Kimyoviy tarkibni o'zgartirish, polimerga to'ldiruvchilar, plastifikatorlar kiritish va termomexanik ishlov berish.

2. Olingan materialni shakllash va plastmassadan buyum olish. Buyum konstruksiyasi ilmiy jihatdan asoslangan va konkret ekspluatatsiya sharoiti hisobga olingan holda ishlash qobiliyatiga ega bo'lishi shart.

SHunday qilib polimerlarni qayta ishlash texnologiyasi o'z ichiga turli jarayon va uskunalarini olib, polimerlarning zaruriy (foydali) hossalarni yaxshilash va ularni tayyor buyumga aylantirish jarayonlaridan iboratdir. Polimerlarni qayta ishlaganda ular deformatsiyaga uchraydi, ularda kimyoviy reaksiyalar ketishi mumkin hamda fizik hossalarning qaytmas tarzda o'zgarishini kuzatish ham mumkin.

Plastmassalarni qayta ishlashning texnik usullariga quyidagilar kiradi: bosim asosida quyish, ekstruzitsiyalash, kalandrlash, pigmentlarni polimerlarga aralashtirish, polimer plyonka yuzasini modifikatsiyalash va boshqalar. Bosim ostida quyish, ekstruziyalash usullari keng tarqalgan va unumli usullar bo'lib, ularda polimerlarning oqimini kuzatish mumkin, ya'ni bunda ularning fizikaviy va kimyoviy hossalari o'zgarmaydi.

Termoreaktiv materiallarni presslashda, polimer plyonka yuzasiga gaz alangasi yoki koronnyy razryad ta'sir qilishi natijasida materialda kimyoviy o'zgarishlar sodir bo'ladi.

Kristallanish darajasi orqali makromolekularning orientatsiyalanishini rostlash, tekstil tolalari va plyonkalar ishlab chiqarishda mexanik hossalarni yaxshilash

mumkin. Bunday holda materiallarda fizik hossalarning qaytmas tarzda o'zgarishi sodir bo'ladi va oqish jarayonida kimyoviy reaksiyalar sodir bo'lmaydi.

Polimerni qayta ishlashda reologiya fani katta rol o'ynaydi, chunki polimerlarni qayta ishlash protsesslarida deformatsiyalanish va oquvchanlik alohida o'rin olgan. Polimerlarni qayta ishlashda kristallanishni, polimerlarning dielektrikligini hisobga olish lozim. SHuningdek, polimer yuzasida sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiyalarni, issiqlik o'tkazish hossalarni ham e'tiborga olish kerak.

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

Plastmassalarni qayta ishlash usuli bilan olingan buyumlarga yaxshi dekorativ ishlov berish, pardozlash va ularni bozorboq qilish, hamda buyumni qaysi sohada qo'llashni 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-buyoq va tolalarga qayta ishlashda xom ashyoni yaxshi tanlab olish va buning uchun o'z navbatida bu polimerlarning hossalarni, tuzilishini va qayta ishlash jarayonida o'zgarishlarini yaxshi bilish kerak.

Plastmassa va rezina-texnik buyumlarini ishlab chiqishda chiqindilar hosil bo'lishi mumkin (ayniqsa, reaktoplastlarda, revulkanizatsiyaga uchragan kauchuklarda), ularni yoqish, suvga tashlash yoki erga ko'mish yaramaydi (masalan, polietilentereftalatdan tayyorlangan idishlarni). Buning uchun har bir korxona o'zining ekologik tadbirini ishlab chiqishi lozim. Bu tadbirlarda chiqindini kamaytirish, uni qayta ishlash, ifloslangan havoni tozalash va h.k. lar aks ettirilgan bo'lishi lozim.

Bugungi kunda O'zbekistonda polimerlarni qayta ishlash korxonalari va ular ishlab chiqarayotgan mahsulotlar quyida keltirilgan:

1. Oxangaronlenplast: PVX, PE lardan linoleum, truba, plyonka, santexnik buyumlar olayapti.

2. Angren rezina-texnika zavodi: kauchuklardan rezina tayyorlab ulardan keng iste'mol tovarlari va texnika uchun kerakli bo'lgan buyumlar ishlab chiqarayapti.

3. Jizzax plastmassa zavodi: 1972 yilda ishga tushgan bo'lib, sobiq ittifoqda eng yirik korxonalar qatoriga kirgan. SHu kunda 15000 tonna polietilendan qishloq xo'jaligi uchun plyonka olish liniyasi ishlab turibdi va 8-10 ming tonna polietilendan truba ishlab chiqarish sexi mavjud. Bu liniyada diametri 300 mm-lik gaz va suv quvurlari olish imkoniyatiga ega.

4. Toshkentda bir qancha plastmassalarni qayta ishlash korxonalari bor. Bularga "Sovplastital" QK, "Spetspolimerdrenaj", "GSKB po irrigatsii" maxsus rezina-texnika zavodi, deraza romini yasaydigan (PVX kompozitsiyasidan) quyosh nuridan saqlaydigan uskunalar tayyorlovchi zavod va boshqalar mavjud.

Qarshi shahridagi "Temoplast" zavodi yiliga 10 ming tonnadan ortiq PE va PVX materiallarini qayta ishlash imkoniyatiga ega. Bulardan asosan gaz va suv uchun trubalar, plyonkalar olish mumkin.

Farg‘ona vodiysidan bu sohada Farg‘ona va Andijon shaxarlaridagi zavodlarni misol keltirish mumkin.

Polimerlar ishlab chiqarish, taxminan, 1970 yillardan boshlangan bo‘lsa, hozirgi vaqtda “Navoiyazot” zavodida poliakrilnitril, poliakrilatlar, Farg‘onada har hil furan smolalari, poliamid-6, atsetilsellyuloza, Namanganda KMS va nihoyat, 2000 yilda ishga tushadigan SHo‘rtangaz kompleksida polietilen (yiliga 125 ming tonna) ishlab chiqarish korxonalari mavjud.

Mazkur kursning vazifasi bo‘lg‘usi mutaxassislarni plastmassalarni qayta ishlashda qo‘llaniladigan har hil zamonaviy metodlar bilan tanishtirish va ularni fizik-kimyoviy va texnologik asoslari nimadan iborat ekanligini tushuntirishdir.

Plastmassani qayta ishlash texnologiyasi mustaqil ilmiy-texnologik yo‘nalishdir va bu kurs boshqa fanlar «Sintetik va tabiiy yuqori molekulyar birikmalar kimyoviy texnologiyasida qo‘llaniladigan xom ashyo va materiallar», «Sintetik va tabiiy yuqori molekulyar birikmalar kimyoviy korxona jihozlari va loyihalash asoslari» fanlari bilan chambarchas bog‘langandir.

Fanni mohiyatini quyidagi keltirilgan jadvallar bilan tushuntirish mumkin:

- Plastmassalarning real mustahkamligini oshirish uchun undan buyum olish texnologiyasi sharoitlarini to‘g‘ri tanlash va uni amalda qo‘llash katta ahamiyatga ega.
- Plastmassa va an‘anaviy materiallarni hossalari bo‘yicha taqqoslash natijalari va plastmassalarning afzaligi jadvalda ko‘rinib turibdi.
- Mutaxassisning (bakalavrning) vazifasini nimadan iboratligi jadvalda tushuntirilgan.

AYRIM POLIMERLARNING NAZARIY ERISHISHI MUMKIN BO‘LGAN VA HAQIQIY (TEXNIK) MUSTAHKAMLIGI

Polimer	Mustahkamlik, MPa		
	Nazariy	erishishi mumkin bo‘lgan	haqiqiy (texnik)
PE	26-27	4,0-6,5	0,2
PP	11-12,5	2-3,5	0,3-0,65
PAN	15,5-16	2,4-2,7	0,46-0,56
PVC	14-17	2,7-4	0,11-0,16
PVA	22-23	4-6	-
PET	21-22	3,5-6	0,5-1
TAC	8-13	1,4-3,5	-
Grafit	122-138	101-117	4

Plastmassa va boshqa materiallarning ekspluatatsion xossalarini taqqoslash

+ yaxshi ko‘rsatkichlar

- yomon

ko‘rsatkichlar

Ko‘rsatkichlar	Plastmassalar	Metall	Beton	SHisha	Keramika	YOg‘och
Past zichlik	+	-	+	+	+	+
Kimyoviy bardoshlilik	+	-	-	+	+	-
Dielektrik xossasi	+	-	+	+	+	-
Teploizolyasion xossasi	+	-	+	-	+	-

SHaffofligi (optik xossasi)	+	-	-	+	-	-
Zarbbardoshligi	+	+	-	-	-	+
Antifriksion xossasi	+	+	-	-	-	-
Qattiqligi	+	+	+	+	+	+
Oquvchanlikka qarshiligi	-	+	+	+	+	-
YUqori ishchi temperaturasi	-	+	+	+	+	-
YOng'inga chidamligi	- (+)	+	+	+	+	-
Bo'yaluvchanligi	+	-	+	+	-	-
Buyum olishni iqtisodiy samaradorligi	+	-	-	-	-	-
Qayta ishlashda energiya sarfi	+	-	-	-	-	-

Plastmassadan buyum olish uchun qilinadigan ishlarning bosqichlari

№	Bosqichlar	Kim bajaradi
1.	Buyumni ekspluatatsiya qilish shartlarini analizi; plastmassadan olingan buyumni ekspluatatsiya qilish uchun qo'yiladigan talablar.	1
2.	Plastmassaning eksplutatsiya talablaridan kelib chiqqan holda turini aniqlash	1, 2
3.	Plastmassadan buyum olish uchun qayta ishlash usulini tanlash.	3
4.	Qayta ishlab beradigan uskunaning tipi va o'lchamini aniqlash.	3
5.	Plastmassaning bazaviy markasini tanlash.	1, 2
6.	Texnologik moslamani konstruksiyalash.	1, 4
7.	Konkret plastmassadan buyum olish texnologiyasini ishlab chiqish.	3
8.	Olingan buyumni konkret ekspluatatsiya sharoitida ishlash qobiliyatini aniqlash.	1, 5
9.	Plastmassadan olingan buyumning texnik-iqtisodiy samaradorligini aniqlash.	1, 5
10.	Texnologik moslamani tayyorlab uni tekshirib sozlash.	4, 3, 2
11.	Buyumning tajriba partiyasini ishlab chiqish, uni stendlarda tekshirib ko'rish va plastmassani 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.

Ko'pgina termoplastlar ekstruziyalash usulida qayta ishlanib, ulardan turli diametrli shlang va quvurlar, profilli buyumlar, pardalar, varaqalar, o'tkazgichlarni izolyasiyalovchi qoplamalar, namlikdan muhofazalovchi qoplamalar, oziq – ovqat mahsulotlarini o'rash pardalari, ko'p qatlamli o'rash materiallari, qog'oz, folga va gazlamalar bilan birga qayta ishlangan kombirinlangan yoki dublirlangan pardalar, ichi bo'sh buyumlar (idishlar, "baklashka"lar, bankalar, o'yinchoqlar va boshqa buyumlar) ishlab chiqariladi.

Polimerlarni ekstruziyalash usulida qayta ishlashning afzalligi shundaki, birinchidan, bu usulda qayta ishlash jarayoni uzluksiz va barqaror kechadi; ikkinchidan, bu usulda aniq o'lchamga ega bo'lgan yuqori sifatli buyumlar olish mumkin; uchinchidan, ishlash samaradorligi yuqori; to'rtinchidan, ekstruziyalash usuli o'zining universialligi va tejamkorligi bilan boshqa qayta ishlash usullaridan

farq qiladi; beshinchidan, ekstruziyalash jarayoni avtomatlashtirilgan va uni rostdash oson.

Ekstruziyalash jarayoni ekstruderlarda amalga oshiriladi.

Ekstruder – qayta ishlash mashinasi bo‘lib, u bir vaqtning o‘zida katta siljish deformatsiyasi va ichki ishqalanish kuchlari bajarilgan ish hisobiga, shuningdek tashqi qizdirgichlardan olinadigan issiqlik hisobiga materialni qizdirish, aralashtirish, plastikatsiyalash va gomogenlash, uni shakl beruvchi kallak orqali uzluksiz siqib chiqarish uchun kerakli gidrostatik bosim hosil qilish imkonini beradi.

Olinadigan buyumning shakli va turiga qarab, ekstruderlar ekstruzion kallaklar, puflash qurilmalari, qizdiruvchi va sovutuvchi qurilmalar, buyumni tortib oluvchi qurilmalar, o‘rab oluvchi va kesib oluvchi qurilmalar, buyum qalinligini o‘lchovchi asboblari va boshqa jihozlar bilan ta‘minlanadi.

Ekstruderlar bir chervyakli, ikki chervyakli, uch chervyakli, plunjerli va kombinirlangan bo‘lishi mumkin.

Polimerlarni qayta ishlash sanoatida bir chervyakli ekstruderlardan ko‘proq qo‘llaniladi.

Ikki va uch chervyakli ekstruderlar asosan materialni plastikatsiyalovchi plastikatorlar sifatida qo‘llaniladi. Ular polimer tarkibiga kiruvchi to‘ldirgichlar, barqarorlashtiruvchi moddalar, bo‘yatkichlar va boshqa qo‘shimcha moddalarni aralashtirishda va polimerni plastikatsiyalashda qo‘llaniladi. Ko‘p chervyakli ekstruderlardan esa, birinchi navbatda, granulalanuvchi qurilmalarda qo‘llaniladi.

Hozirgi paytda polimer suyuqlanmalarini qayta ishlashda chervyaksiz diskli ekstruderlardan ko‘proq ishlatiladi. Yuqori bosim talab etilmaganda va kompozitsiyani yaxshiroq aralashtirish talab etilganda, diskli ekstruderlardan foydalanish yaxshi samara beradi.

Ftoroplastlarni qayta ishlashda asosan plunjerli ekstruderlardan qo‘llaniladi.

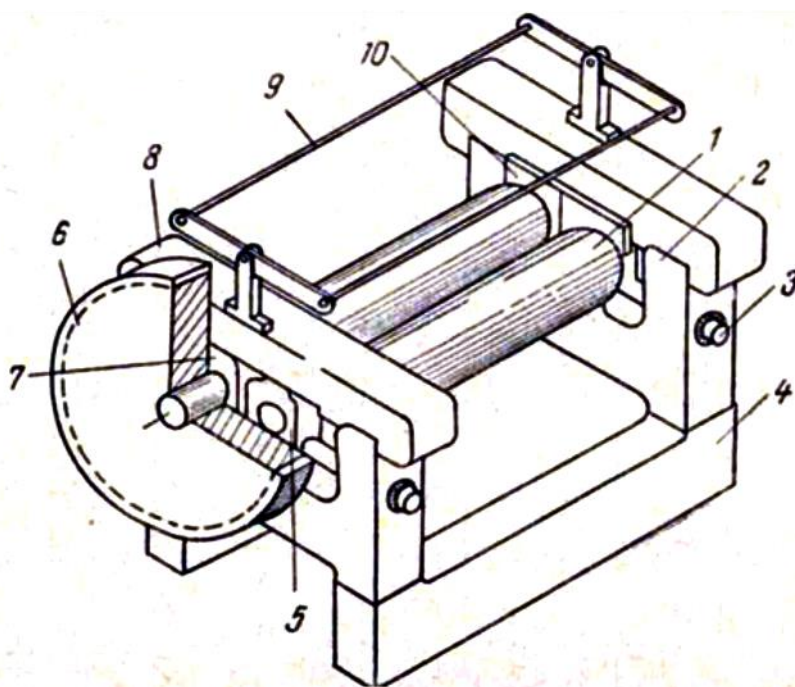
SHuni alohida ta‘kidlash kerakki, bir va ikki chervyakli ekstruderlar, nafaqat buyum olishga, balki kompozitsiya komponentlarini aralashtirishda, ularni plastikatsiyalashda, granulalashda boshqa yordamchi jarayonlarni amalga oshirishga ham keng ishlatiladi.

Ekstruderlarni tasniflashda chervyaklarning soni, ularning aylanish chastotasi, qayta ishlanuvchi dastlabki materialning agregat holati, ish organining konstruksiyasi, o‘rnatilgan holati va uning qaysi maqsadlarda qo‘llanilishi inobatga olinadi.

1. CHervyaklarning soniga qarab, ekstruderlar 2 xil bo‘lishi mumkin: bir chervyakli va ko‘p chervyakli ekstruderlar.
2. CHervyakning aylanish chastotasiga qarab, ekstruderlar 2 xil bo‘lishi mumkin: kichik tezlik bilan va yuqori tezlik bilan ishlaydigan ekstruderlar.
3. Qayta ishlanuvchi dastlabki materialning agregat holatiga qarab, ekstruderlar 2 xil bo‘lishi mumkin: materialni plastikatsiyalanadigan va plastikatsiyalanmaydigan ekstruderlar.

4. Ish organining konstruksiyasiga qarab, ekstruderlar 3 xil bo'lishi mumkin: chervyakli silindrli, chervyakli konusli va diskli ekstruderlar.
5. Ish organining o'rnatilgan holatiga qarab, ekstruderlar 2 xil bo'lishi mumkin: gorizontal va vertikal ekstruderlar.
6. Qaysi maqsadlarda qo'llanilishiga qarab, ekstruderlar 2 xil bo'lishi mumkin: umumiy va maxsus ekstruderlar.

Jo'valar (valslar) – ikkita gorizontal tarzda parallel o'rnatilgan va bir – biriga qarab aylanuvchi ichi bo'sh silindrlar (valiklar)dan tarkib topgan mashina bo'lib, u plastik va qovushqoq-elastik materiallarga ishlov berishga mo'ljallangan. Jo'valarda polimerlardan yarim mahsulot va buyum olish jarayoniga, jo'valash (valslash) deyiladi. Polimerlarni jo



valash deganda, ularni valiklarda yoyilishi tushuniladi.

Aralashtiruvchi va varaqalanuvchi jo'valarning ko'rinishi:

1-valiklar; 2-poydevor; 3- rostlovchi vint; 4-tayanch plita; 5-oldingi podshipnikning korpusi; 6-valiklarni aylantiruvchi shesternya; 7-oxirgi podshipnikning korpusi; 8-ko'ndalang temir; 9-shikastlanishlardan muhofaza qiluvchi mexanizm tortqisi; 10-cheklovchi strelka.

Polimerlarni jadal aralashtiriladigan, plastikatsiyalanadigan va gomogenlashtiradigan jo'valarga, plastikatsiyalanuvchi jo'valar deb ataladi. Materiallarni aralashtirish mana shu ikkala silindrlar orasidagi bo'shliqqa amalga oshiriladi. O'z o'qi atrofida aylanuvchi ichi bo'sh silindrlarga, valiklar deb ataladi.

Odatda, valiklar choʻyandan tayyorlanadi, ularning tashqi sirti silliqalanadi (sirtining tozalik sinfi 77 – 79 ni tashkil etilishi mumkin).

Valiklar shestrenyalarga biriktirilgan boʻladi. Maxsus vintlar yordamida valiklar orasidagi masofa oʻzgartirilishi mumkin. Demak, joʻvalanadigan materialning qalinligi valiklar orasidagi masofaga bogʻliq boʻladi.

Valiklar oʻzgaruvchan tok elektr yuritmasi (dvigateli) yordamida harakatga keltiriladi. Joʻvalarning yuklash hajmiga qarab, elektr yuritma 15 kVt dan 158 kVt gacha elektr quvvatini sarflanishi.

Joʻvalarning tuzilishi va qoʻllanish sohalariga qarab, ularni 3 guruhga boʻlish mumkin.

1. Laboratoriyada qoʻllaniladigan joʻvalar. Ulardagi valiklarning diametri 225 mm dan kichik boʻladi.
2. Mikrojoʻvalar. Ulardagi valiklarning diametri 40 mm, uzunligi esa 140 mm ni tashkil etadi.
3. Ishlab chiqarishda qoʻllaniladigan joʻvalar. Ulardagi valiklar diametri 300 mm dan 800 mm gacha boʻlishi mumkin.

SHuni alohida taʼkidlab oʻtish kerakki, hozirgi paytda mingdan ortiq polimer materiallari va polimer turlari mavjud boʻlib, ularni qayta ishlash uchun 20 dan ortiq asosiy va maxsus qayta ishlash usullari ishlab chiqilgan. Ular orasida presslash usuli alohida oʻrin egallaydi. Sanoat miqyosida birinchi fenoplastlardan (1907 yilda AQSH da poliformaldegid (bakelit) dan va 1913 yilda Rossiyada karbolitdan) buyum olishda presslash usulidan qoʻllanganlar.

Presslash – polimer va rezina qorishmalaridan buyum olish usuli boʻlib, unda material issiqlik va bosim taʼsirida plastik deformatsiyalanadi va qolip shaklini olib, buyumga aylanadi. Presslash, odatda, boʻshligʻining konfiguratsiyasi buyum konfiguratsiyasiga mos keluvchi pressqoliplarda amalga oshiriladi. Pressqoliplar press plitalari orasida joylashtiriladi va ularning asosiy vazifalari kerakli bosimni hosil qilish va buyumga shakl berishdan iboratdir.

Pressqolipga joylashtirilgan sovuq yoki oldindan qizdirib olingan material presslash haroratigacha qizdiriladi va u presslash bosimi taʼsirida deformatsiyalanib, qolip boʻshligʻini toʻldiradi va zichlanadi.

Presslash usulidan foydalanib, reaktoplastlardan, rezina qorishmalaridan va termoplastlardan turli xossalarga ega buyumlar olish mumkin. Reaktoplastlarni presslashda polimer makromolekulalari orasida kimyoviy reaksiya kechib, fazoviy toʻrlar hosil boʻladi va ularning qotib qolishi tufayli buyum shakllanadi. Rezina qorishmalarini presslashda esa vulqonlanish jarayonlari kechib, makromolekulyar zanjirlar oʻzaro tikiladi va fazoviy toʻrlar hosil boʻladi. Termoplastlarni presslashda materialni shishalanish haroratidan kichik haroratlargacha sovutish natijasida buyum shakllanadi.

Presslash jarayonlarini quyidagi 3 ta ko'rsatgichlar ifodalaydi.

1. Presslanadigan material va pressqolipning dastlabki haroratlari.
2. Presslash harorati.
3. Materialga ta'sir etuvchi solishtirma bosim.

Ushbu ko'rsatgichlar presslanadigan materialning tabiatiga, turiga, tarkibidagi qo'shimcha moddalarga, ularning miqdoriga va boshqa omillarga chambarchas bog'liq bo'lib, ular keng miqyosga o'zgarishi mumkin. Xususan, presslash bosimi 0,01 MPa dan 250 MPa gacha o'zgarishi mumkin. Reaktoplastlar va rezina qorishmalarini qayta ishlashda pressmaterialning qotish tezligi va rezinaning vulqonlanish tezligi, termoplastlarni qayta ishlashda esa shakllangan buyumni sovutish tezligi presslash rejimiga hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadi.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, polimerlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlashdan oldin, polimerning molekulyar massasiga, suyuqlanmasining qovushqoqligi va oquvchanlik ko'rsatgichi (SOK) ga alohida e'tibor beriladi.

SOK lari 2 - 30 g/10 daq. ni tashkil etgan termoplastlar bosim ostida quyish usulida qayta ishlanishi mumkin. SOK ning keng miqyosda o'zgarishi polimer materialining kimyoviy tarkibiga, tuzilishiga va xossalariга chambarchas bog'liq. Masalan, SOK = 1 - 4 g/10 daq ni tashkil etadigan poliolefinlar bosim ostida quyish usulida qayta ishlashga tavsiya etiladi. Quyuma polimerlar uchun SOK = 0,7 - 7,0 g/10 daq. ni tashkil etishi mumkin. SOK = 0,3 - 0,7 g/10 daq. ni tashkil etgan kam oquvchan PE lar quvurlarni ulash elementlari (fitinglar), armaturalar (jo'mraklar qopqog'i, surilma qopqoqlar (zadvijkalar) va boshqa buyumlar ishlab chiqarishda qo'llaniladi, chunki ular og'ir sharoitlarda qo'llanishga mo'ljallangan.

Molekulyar massasi kichik va SOK lari yuqori (2 - 20 g/10 daq), ya'ni, qayta ishlash paytida yuqori oquvchanlikka ega bo'lgan PE lar yupqa devorli va tashqi ko'rinishi yaltiroq buyumlar olishda qo'llaniladi.

SHuni ham inobatga olish kerakki, bosim ostida quyish usulida kam oquvchan (SOK = 2-7 g/10 daq) termoplastlardan ham buyum olish mumkin, ammo ularning oquvchanligini oshirish uchun xom-ashyo (granulalar) yuqoriroq haroratlarda qayta ishlanishi lozim Bunda issiqlik destruksiya jarayonlari kuchayib, buyumning sifati va xossalari salbiy tomonga o'zgarib ketishi mumkin.

Qayta ishlash jarayonida harorat va siljish kuchlanishi (yuklama) ni o'zgartirish yo'li bilan suyuqlanmaning qovushqoqligini va oquvchanlik ko'rsatgichini kerakli darajada o'zgartirish mumkin.

Mustahkamligi yuqori buyumlar (shpritslar, o'rash va qadoqlash materiallari, laboratoriya jihozlari uchun detallar) olishda SOK = 0,2 - 2,0 g/10 daq. ni tashkil etgan PP dan qo'llaniladi. Boshqa turdagi buyumlar ishlab chiqarish uchun SOK lari katta PP markalaridan qo'llaniladi.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, bosim ostida quyish usulida qayta ishlash uchun polimer materiallari va ular asosida hosil qilingan kompozitsiyalarni tanlab olishda, asosan ularning qovushqoqligiga alohida e'tibor beriladi. Chunki xaddan tashqari qovushqoq material bilan qolipni to'ldirish qiyin va yuqori bosim va

haroratlar ta'sirida u kuyib ketishi ham mumkin. Zero, termoplastlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlash jarayonlari yuqori bosim va haroratlar ostida kechadi. SHuning uchun suyuqlanmaning oquvchanlik ko'rsatgichi (**SOK**) materialni qayta ishlashga yaroqliligini aniqlab berishga etarli emas.

Hozirgi paytda quyish mashinalarida spiralsimon kanallari kalibrlangan qolip yordamida materialning oquvchanligi aniqlanadi. Buning uchun material qolipga ma'lum bosim ostida purkab beriladi va «oqish yo'li» ning uzunligi, ya'ni kuyma spiralning uzunligi l_c aniqlanadi. Poliolefinlarni spiralsimon kanallarda aniqlangan «oqish yo'li» ning uzunligi l_c suyuqlanmaning haroratiga va purkab berish bosimiga chiziqli bog'liq bo'lib, purkab berish davomiyligi (tezligi) ning logarifmik funksiyasidir. l_c qolipning haroratiga uncha sezilarli bog'liq emas, ammo unga qolip kanallarining geometrik o'lchamlari kuchli ta'sir ko'rsatadi. SHuning uchun amalda materialning quyish qoliplarini to'ldirish qobiliyati K ni aniqlashda, nafaqat l_c , balki buyum devorining qalinligi δ inobatga olinadi va quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$K = \frac{l_c}{\delta}$$

Poliolefinlarning quyma markalari uchun $K = 30 - 300$ ni tashkil etishi mumkin. YUqori harorat va purkab berish bosimlarda esa, $K = 500$ gacha etishi mumkin.

Ushbu formuladan asosiy xulosa shuki, materialning quyish qolipini to'ldirish qobiliyati K buyum devorining qalinligi δ ga teskari proporsionaldir. YA'ni, δ oshgan sari, K pasayadi va, aksincha.

2.1.2. POLIMERLARDAN OLINADIGAN PLASTIK MASSALARNING SINFLANISHI.

Polimer kompozitsiyasini yaratish prinsiplari.

Avvalo yuqorida ko'rsatilganga qarab kompozitsiya tarkibini aniqlash lozim, undan so'ng tarkibiga kiruvchi xom ashyolarni aralashtirishga kirishiladi.

Bundan oldin zavod laboratoriyasida PMK tarkibiga kiruvchi komponentlarning texnologik hossalarni aniqlash kerak. Buni ayrim paytlarda xom ashyoni kiritishdagi tekshirish ko'rsatgichlari deb ataladi.

Komponentlarning analiziga quyidagilar kiradi: zichlik, sochiluvchanlik (сыпучесть), granulometrik tarkib, namlik, tabiiy qiyshayish burchagi (угол естественного откоса), sochilish zichligi, zichlantirilgan materialning zichligi.

Aralashtirish - texnologik jarayon bo'lib, unda birin-ketin komponentlarni qo'shish va ularning hossalarni kerakli tomonga yo'naltirish, kompozitsiyani gomogenlashtirish.

Aralashtirish asosan ikki yo'nalishda ketadi: makrodarajada, ya'ni sochiluvchan yoki qattiq zarrachalarni suyuqlikda aralashtirish va mikrodarajada, ya'ni oquvchan holatda aralashtirish. Bu bir hil (однородный) massa hosil bo'lishiga olib keladi. Aralashtirish natijasida kompozitsiyani fizik holati ham o'zgarishi mumkin (erish, suyuqlanish) hamda kimyoviy reaksiya borishi uchun (polimerni initsiatori yoki qaytaruvchi bilan aralashtirish) sharoitini yaratib beradi.

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

1. Sochiluvchan moddalarni aralashtirish;
2. Sochiluvchan yoki suyuq moddalarni aralashtirish;
3. Suyuqliklarni aralashtirish;
4. Polimerlari oquvchan holatda aralashtirish.

- Sochiluvchan holatdagi moddalarni aralashtirish ko'proq polimerlarga pigmentlar berishda qo'llaniladi (опудривание). Bu protsess ko'proq vals yoki ekstruderlarda amalga oshiriladi. Quruq holatda aralashtirish maxsus meshalka-barabanlarda amalga oshiriladi bu to'ldiruvchi va polimer poroshok holatida bo'lganda va ikkilamchi xom ashyoni ishlatishda qo'llaniladi.

- Sochiluvchan va suyuq komponentlarni aralashtirish ko'proq 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. Gomogenzatsiyaga erishish uchun massani bir necha marta valslar oralig'idan o'tkazish kerak. Valslar oralig'ini o'zgartirish mumkin. Bu erda valslarning bir-biriga nisbatan tezligiga (friksiya) ham e'tibor berish kerak.

Polimer kompozitsiyasini granula holatiga aylantirish.

Granulalash polimerni sochiluvchan donador mahsulotga aylantirishdir. Granullash sochilgan holdagi zichlikning qiymatini oshirib beradi: material granulalari deyarli bir xil o'lchamga ega (3-5 mm). Sochilgan holdagi hajmiy og'irlikning ortishi granuladan buyum oluvchi agregatning ishlab chiqarish unumdorligini oshiradi.

Granulalash jarayoni quyidagilardan iborat: poroshok holatidagi polimer yoki PKM silindrga solinadigan (silindr ichida aylanib turadigan shnek mavjud va tashqi tomondan kerakli bo'lgan haroratgacha isitiladi) va harorat ta'siri ostida material oquvchan holatga o'tib shnek yordamida uni shakllovchi kallak orqali lenta yoki (prutok holatda) uzluksiz siqib chiqaradi va sovutib kesib granulaga aylantiriladi. Bunday agregatlar granulyator nomi bilan yuritiladi.

Tabletka olish.

Termoreaktiv kompozitsion materiallar ko'pincha sochiluvchan holatda bo'ladi. Ulardan bu holatda foydalanish ancha noqulaylikka olib keladi. SHuning uchun ular oldindan zichlab tabletka holiga keltiriladi. Bu jarayon ftoroplastlar uchun ham qo'llaniladi.

Tabletkalash maxsus gidravlik (avtomatlashtirilgan) presslarda bajariladi. Xona haroratida press-kukunlari ma'lum o'lcham va shakldagi, havodan ozod bo'lgan jipslashgan massaga aylanadi. Tolasimon press materiallardan shnekli agregat orqali ma'lum shaklga (arqon holatidagi) ega bo'lgan tabletka olish mumkin.

Tabletkalash pressporoshoklarning sochilib yo'qolishini kamaytiradi. Tabletkalar tezroq isiydi, issiqlikning atrof muhitga tarqalishi kamayadi va o'lchab berish osonlashadi. Natijada presslash usuli bilan olingan buyumni umumiy vaqti (sikl pressovaniya) kamayadi.

Polimer materiallarni oldindan qizdirib olish.

Termoreaktiv materiallardan presslash usuli bilan buyum olish hamda vakuum va pnevmoshakllash; list va plyonkalar orientatsiyasi, payvandlash yuqori haroratda amalga oshiriladi.

SHuning uchun dastlabki qizdirib olish plastmassa 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 kamaytiradi (presslash vaqti ham kamayadi).

Masalan, list materiallardan buyum olishda agar material bir hil qizdirilmasa, u holda makromolekulalarning orientatsiya darajasi har hil bo'ladi, qoldiq kuchlanish bo'ladi, natijada buyumlarda mikrodarzarlar va buzilish yuzaga keladi. Polimer materiallar issiqlik o'tkazuvchanligi past bo'lgani uchun qotirish jarayoni qiyinlashadi, bunda presslashda faqat material yuzasi qiziydi. Dastlabki qizdirib olish podpressovka va presslash vaqtini kamaytiradi, bunda buyum yuzasida pufak (vzdutie) bo'lmaydi.

Dastlabki qizdirib olishni qurilish shkaflari yoki yuqori chastotali qurilmalarda va infraqizil issiqlovchilarda amalga oshirish mumkin.

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

YUqori chastotali toklar bilan material qizdirilganda, u kondensator plastinalari orasiga joylashtiriladi. Tabletkalar ko'rinishidagi material erga ulangan (zazemlenie) kondensatorga joylanadi. Plastinalarni yuqori chastotali tok generatoriga ulanganda plastinkalar orasida kuchlanishli elektor maydoni hosil bo'ladi:

$$|E| = I / N$$

bu erda: I-beriladigan kuchlanish, V;
N-plastinalar orasidagi masofa, m.

Materiallarni yuqori chastotali tokda qizishi ularning tuzilishiga bog'liq. Qutblanmagan polimerlar (PE, PS, ftoroplastlar) yuqori chastotali elektr maydonida qizdirilmaydi. SHuning uchun ular yuqori chastotali tok izolyatorlari sifatida ishlatiladi. Qutblangan polimerlar (PVX, FFS) elektr maydonida juda tezlikda qizdiriladi. Polimerlarni yuqori chastotali tokda qizdirilishga moyilligi ularning ϵ_{tg} hosilasiga teng bo'lgan dielektirik yo'qotish qiymati orqali aniqlash mumkin (ϵ -dielektrik sngdiruvchanlik). Bu hosila qancha katta bo'lsa, shuncha ko'p elektr energiyasi issiqlik energiyasiga o'tadi.

YUqori chastotali qurilmalar to'la quvvatidan foydalanganimizda termoreaktiv materiallarni qizdirish vaqti odatda 20-30 sek ni tashkil qiladi. Bunda qizdirilgan material harorati 120-130⁰S bo'ladi. Bu reaktoplastlarni qotirish vaqtini 20-30% kamaytiradi va podpressovka sonini qisqarib, buning natijasida gidravlik press va pressformaning edirilishi kamayadi.

POLIMER KOMPOZITSIYASINI YARATISH PRINSIPLARI.

YAngi polimer kompozitsion materiallarni yaratishdan asosiy maqsad fizik-mexanik xususiyatlar kompleksini yaxshilashdir. Xususiyatlar kompleksining asosiy ko'rsatkichi — materialning sinishga (strukturaviy buzilishga) qarshilik

ko'rsatishi, ya'ni mustahkamlikdir. Mustahkamlikning eng yuqori qiymati ideal yoki idealga yaqin strukturali sistemalar uchun xarakterlidir. CHunonchi, S—S-bog'larning uzilishga ko'rsatadigan qarshiliklarining yig'indisi sifatida olingan, polimerning cho'zilishdagi mustahkamligining hisoblangan qiymati 19000 MPa ga teng. Bu aslida S—S-bog'lardan tuzilgan ideal kristallning mustahkamligidir.

Mustahkamlikning haqiqiy qiymati biroz kamroq. CHunonchi, PE monokristallining mustahkamligi 13000 MPa ni tashkil qiladi, o'ta orientirlangan PP tolasining mustahkamligi - 9000, eritmadan orientatsiyalab tortilgan PE tolasining mustahkamligi esa 4000 MPa ga teng. Biroq, mustahkamlikning bunday qiymatlarini ham plastmassalarni qayta ishlashning sanoat usulida olib bo'lmaydi, va PENP ning bosim ostida ekstruziyalab olingan oddiy plyonkasi esa atigi 10-12 MPa mustahkamlikka ega.

Ideal strukturalar mustahkamligini amalda yuzaga chiqarish imkoniga ega bo'lmaganliklari sababli, olimlar qadimdan real, mavjud materiallarning xususiyatlarini yaxshilash yo'lidan borganlar. Ildizi chuqur tarixga singib ketgan kompozitlar yaratish tajribasi shu tarzda to'plangan. Polimerlar asosidagi ma'lum kompozitlarning dastlabkisi - bu vavilonliklar tomonidan bitum smolasini qamish bilan armirlab yasalgan qurilish materialidir (eramizdan oldingi 4000-2000 yillar).

Polimer kompozitsion materiallar (PKM) deganda ikki yoki undan ko'p komponent (tarkibiy qism)li geterofazali sistemalar tushuniladi; bunda bitta komponent matritsa hisoblanadi, uning ichida chegaralovchi sirtlar bilan qurshalgan boshqa komponent (yoki komponentlar) muayyan holatda taqsimlangan bo'ladi. SHunday qilib, har bir komponent haqiqiy eritma komponentlaridan farqli o'laroq kompozitda o'z individualligini saqlab qoladi. Soddalashtirilgan tarzda, kompozitdagi har bir komponent o'z hajmiga ega, ya'ni alohida faza shaklida bo'ladi, va bunda har bir alohida fazaning xususiyati alohida olingan komponentning xususiyati kabi deb hisoblash mumkin. Ko'pchilik hollarda cho'zilishdagi mustahkamlikni oshirish imkoniyati bo'lmaydi, va bunda kompozitni yaratishdan maqsad siqilishdagi mustahkamlik, zarbga chidamlilik, kimyoviy chidamlilik va moy-benzin ta'siriga chidamlilik kabi xususiyatlarini oshirish, ishlanuvchanlik, tashqi ko'rinish yoki buyum o'lchamlari barqarorligi va h.k. larni yaxshilashdan iborat bo'lib qoladi. Qator hollarda PKM mavjud materiallar assortimentini kengaytirish yoki xom ashyo bazasini kengaytirish maqsadida yaratiladi. Sanoat va maishiy plastmassa chiqindilarini qayta ishlashda PKM ning roli tobora muhim bo'lib bormoqda. Haligacha sanoati rivojlangan mamlakatlar maishiy chiqindilardan ishlab chiqarish hajmiga nisbatan atigi 3-5% polimer utilizatsiya qilmoqdalar. Keyingi yuz yillik boshida bu miqdorni 50%-gacha etkazish masalasi qo'yilmoqda. Ikkilamchi polimer xom ashyosini qayta ishlab yangi buyumlar olish asosan PKM yaratish yo'li bilan amalga oshiriladi.

PKM yaratish so'ngi yillarda plastmassalarni qayta ishlash texnologiyasi rivojining bosh yo'nalishi bo'lib qoldi va hossalari yaxshilangan yangi materiallar olishning asosiy rezervi sifatida qaralmoqda.

PKM ning sinflanishi va umumiy xususiyatlari.

Konstruksion materiallarning uch xili mavjud: metallar, keramikalar, polimerlar. Konstruksion materiallar asosan yuklama kattaligi, uning ta'sir qilish vaqti, qayishqoqlik va oqishning oniy moduli, ya'ni deformatsiyaning boshlang'ich va oxirgi qiymati (xizmat muddatining boshi va oxirida), buyumning moddiy sig'imi (massasi), uning issiqbardoshligi, yorilishga chidamliligi va h.k. bo'yicha muayyan talablarga javob bergan holda mexanik (statik yoki dinamik) kuchni ushlash maqsadida qo'llaniladi. Metall konstruksion materiallarning asosi hamisha qotishmalardir, bunda qo'shilgan materialning (metall yoki keramika) o'lchamlari ko'pchilik hollarda 10-100 nm ekanligi bu materiallarni kompozitlar deb hisoblashga asos bo'ladi.

Keramik konstruksion materiallar - texnik shisha, oddiy keramika va betonlardir. Oxirgi ikki tur kompozitsion material sanaladi. Texnik shishalar esa ba'zan kompozit olish uchun matritsa sifatida ham ishlatiladi. Polimer konstruksion materiallar hozirgi vaqtda ko'proq kompozitlardan yasalmogda. Metall qotishmalaridan farqli o'laroq polimer aralashmalari va qotishmalari doim geterofazalidir. SHu sababli polimerlar aralashmalari, to'ldirilgan polimerlar, ko'pikplastlar kompozitlarning tipik vakillaridir.



Polimer kompozitsion materiallarning turlari

Rasmda PKM ning sxematik sinflanishi keltirilgan. Ushbu PKM larning hammasida matritsa polimer bo'lganligi sababli ularning xususiyatlarining farqi ikkinchi fazaning kimyoviy tabiati, uning zarrachalarining shakli, kалта va uzluksiz armirolovchi tolalarning o'lchami va mumkin bo'lgan orientatsiyalari bilan belgilanadi. SHubhasiz, bu PKM larning xususiyatlari dastavval polimer-matritsaga bog'liq.

PKM larning prinsipial kamchiliklari quyidagilardir:

1. Matritsa modulidan boshqa har qanday modulning matritsa moduliga kiritilishi zarracha-matritsa chegarasida yangi kuchlanishlar hosil bo'lishiga olib keladi. Bu jarayon qattiq zarrachalar yoki gaz zarrachalari qo'shilgan holda ham yuz beraveradi. Zarracha va matritsa o'rtasidagi chegarada kuchlanishning mavjudligi mikrobuzilishlar hosil bo'lishiga va keyinchalik yoriqlar hosil bo'lib namunaning sinishiga olib kelishi mumkin.

2. Matritsa materiali va zarrachalarning materiali turli issiqlikdan kengayish chiziqli koeffitsientiga ega (α_m va α_f). Har qanday usul bilan qayta ishlashda isish jarayoni sovush jarayoni bilan birgalikda sodir bo'ladi. Issiqlikdan kengayishning turlicha bo'lishi sezilarli qoldiq kuchlanishlarining hosil bo'lishiga olib keladi. Bu o'z navbatida material mustahkamligining pasayishiga olib keladi.

3. PKM ga yuklama ostida sezilarli deformatsiyalanmaydigan qattiq to'ldirgich zarrachalarining qo'shilishi oqibatida to'ldirgich miqdorining ortishi bilan PKM ning deformatsiyalanishi kamayadi. Agar polimerni va uning asosidagi kompozitni bir xil uzunlikka cho'zsak, kompozit tarkibidagi matritsa to'ldirgich ishtirokisiz berilgan deformatsiyani ta'minlaydi va shu sababli u individul polimerga nisbatan ko'proq deformatsiyaga uchraydi. To'ldirgich miqdori ortishi bilan matritsaning ko'proq deformatsiyalanishi polimer qatlaminig zarrachadan uzilishiga va g'ovaklilikning, ya'ni kompozitda mikrodefektlarning paydo bo'lishiga olib keladi.

4. Qattiq plastmassaga mustahkamligi kam bo'lgan to'ldirgichni (masalan, elastomer) qo'shilishi natijasida yuklama ta'sir qilayotgan yuza kuchsizlanadi, va materialning mustahkamligi kamayadi.

Ko'rsatilgan sabablar kompozitning mustahkamligining matritsa polimeri mustahkamligiga nisbatan kamayishiga olib keladi.

Aslida to'ldirgichning qo'shilishi PKM ning ba'zi xususiyatlarining yaxshilanishiga olib keladi. Demak, bunday holda xususiyatlarni yaxshilovchi omillarning samarasi yuqorida keltirilgan salbiy ta'sir qiluvchi omillarnikidan yuqori bo'lishi kerak.

PKM xususiyatlarini yaxshilovchi omillar quyida keltirilgan.

1. PKM da paydo bo'layotgan mikrotirqish ikki hil tarzda o'sishi mumkin. Birinchi holda, tirqish zarrachani buzib (yorib, parchalab, bo'lib) o'tishi mumkin. Bunda albatta, zarrachani yorish uchun energiya sarflanadi. Sarflanayotgan energiya PKM ning mustahkamligiga proporsionaldir. Ikkinchi holda, tirqish zarracha sirtidan aylanib o'tib ketishi mumkin. Bu holda ham tirqishning o'sish traektoriyasi ortishi sababli ko'proq energiya sarflanadi. Demak PKM tarkibidagi to'ldirgich zarrasi tirqishning o'sishiga qarshilik ko'rsatadi. Mustahkamligi kam bo'lgan to'ldirgich zarrachasi (masalan, elastomer yoki havo pufakchasi) qo'shilgan holda esa (fazalararo qatlam kuchsiz bo'ladi) o'sayotgan tirqishning

uchi yo'qoladi va polimer deformatsiyalanib tirqishning yana davom etishiga qarshilik ko'rsatadi. Bu hol ayniqsa mo'rt bo'lmagan polimerlar asosidagi ko'pikplastlarda yaqqol ko'rinadi - tirqish havo pufakchasiga to'qnash kelganda o'sishdan to'xtaydi.

2. Kuchsiz fazalararo qatlamning mavjudligi kuchlanishlarning tirqish uchida relaksatsiyalanishinigiga ta'minlamaydi, balki ichki (qoldiq) kuchlanishlarning, shu jumladan issiqlikdan kengayish turlicha bo'lganda hosil bo'lgan qoldiq kuchlanishlarning relaksatsiyasini ham ta'minlaydi. Demak, mutahkamlikning oshishiga yoki qoldiq kuchlanishlarning kamayishiga materialni (ayniqsa, mo'rt va yuqori darajada to'ldirilgan material bo'lsa) sezilarsiz darajada ko'piklantirish usuli bilan ham erishish mumkin.

3. Fazalararo qatlamning (MFS) mustahkam bo'lishi materialning mustahkamligini oshiradi. MFS ning kattaligi esa polimerning qattiq zarracha yuzasi bilan o'zaro ta'sir darajasiga ko'proq bog'liq. Polimerlarda MFS ning o'ziga hos tomoni u polimerlarda juda uzun (katta) bo'ladi. Masalan, yuqori dispersli to'ldirgichni PKM ga 0,1-0,5% miqdorda qo'shish polimerning butun hajmining kristallanishi uchun etarlidir. To'ldirgich miqdorini yanada oshirish polimer matritsasining zarrachalar sirtiga taqsimlanishiga va MFS ning kattalashishiga, oqibatda material mustahkamligining ortishiga olib keladi.

4. Ta'sirlashuvchi fazalar bir-biridagi defektlarni o'zaro yo'qotishi mumkin. Masalan, qattiq jism sirtini polimer bilan ho'llash (qoplash) natijasida to'ldirgich sirtidagi mikrotrqishlarda kuchlanishlar kamayadi, buning natijasida to'ldirgichning haqiqiy mustahkamligi va demakki, PKM ning ham mustahkamligi ortadi. Bu hodisani armirlangan plastinalarda kuzatish mumkin. CHunonchi, armirlovchi shisha tolalarining va iplarining mustahkamligi, polimer bilan qoplanmagan tola va iplarnikidan 1,15-2,2 marta kattadir.

Avvalambor, shuni eslatib o'tish kerakki, "*polimer*" so'zi yunon tilidan olingan bo'lib, "poli" – "ko'p", "meros" – "qism" demakdir. Birinchi marotaba 1831 yilda shved kimyogar olim Y.YA.Berselius (1779 – 1848) "polimer" atamasini fanga kiritgan edi.

Polimerlar – bu tabiiy va sintetik birikmalar bo'lib, ularning molekulari ko'p takrorlanuvchi bir xil atomlardan yoki turli atomlar guruhidan tashkil topgan va ular o'zaro kimyoviy yoki koordinatsion bog'lar orqali uzun zanjirlarga ulangandir. Polimerlarni hosil qiladigan dastlabki quyi molekulyar moddalarga, monomerlar deyiladi. "*Monomer*" so'zi yunon tilidan olingan bo'lib, "mono" – "bir", "meros" – "qism" demakdir. Monomerning nomiga "poli" so'zini qo'shib, polimerga nom beriladi. Masalan, PE – etilendan, PP – propilendan, PS – stiroidan, PMMA – metilakrilatdan sintez qilish yo'li bilan olinadi va hokazo. Demak, bu erda etilen, propilen, stirol, metilakrilat – monomerlardir. Monomerlar – quyi molekulyar moddalar bo'lib, ularning molekulari o'zaro ta'sirlashib, polimer makromolekulasini hosil qiladi. Ammo shuni ham alohida eslatib o'tish kerakki, polimerni hosil qilish uchun har qanday quyi molekulyar modda monomer bo'la olmaydi. Reaksiyaning

muvaffaqiyatli kechishi uchun monomer molekulalari qo'shaloq bog'larga, barqaror siklga yoki kamiga reaksiyaga kirishish qobiliyatiga ega bo'lgan ikkita funksional guruhlariga ega bo'lishi kerak. Monomerlar asosan neftdan, yo'lakay va tabiiy gazlardan olinadi. YUqori molekulyar massaga ega bo'lgan polimerlarni sintez qilish uchun oligomerlardan foydalanadi. "*Oligomer*" so'zi yunon tilidan olingan bo'lib, "oligo" – "ozgina", "meros" – "qism" demakdir. Oligomerlar – kimyoviy birikmalar bo'lib, ular quyi molekulyar birikmalar va polimerlar oralig'idagi mavqeni ishg'ol etadilar va ularning xossalari polimerlar uchun ham, monomerlar uchun ham, xosdir. Kichik polimerlanish darajasiga ega bo'dgan birikmalarga, oligomerlar deb ataladi. Agar polimer faqatgina bitta monomerdan tashkil topgan bo'lsa, uni gomopolimer ("gomo" – yunon tilidan olingan bo'lib, "bir xil", "teng" demakdir), ikki va undan ortiq monomerlardan tashkil topgan bo'lsa, sopolimerlar deb ataladi. Ko'p takrorlanuvchi tarkibiy bo'g'inlar (zvenolar) ga, takroriy bo'g'inlar va zanjir oxiridagi guruhlariga, oxirgi guruhlar deb ataladi. Takroriy bo'g'inlar va oxirgi guruhlardan tashkil topgan molekulalarga, makromolekula yoki polimer zanjiri deyiladi. Oddiy bo'g'in (zveno) deganda, makromolekulani tashkil etgan dastlabki quyi molekulyar modda (ya'ni, monomer) ning ko'p marotaba takrorlanuvchi qoldig'i tushuniladi. Ular o'zaro kimyoviy bog'lar bilan birikib, polimerni hosil qiladi.

YUqori molekulyar birikmalarni monomerlardan sintez qilish uchun asosan quyidagi usullar qo'llaniladi.

1. Polimerlanish (polimerizatsiya) usuli.
2. Polikondensatlanish (polikondensatsiya) usuli.

Polimerlanish – bu biriktirish reaksiyasining xususiy holati bo'lib, qo'shbog' yoki siklga ega bo'lgan monomer molekulalarini o'zaro biriktirish va yuqori molekulyar moddalar hosil qilish reaksiyasidir. Polimerlanish natijasida qo'shimcha moddalar ajralib chiqmasligi tufayli olinadigan polimer va monomer bir xil tarkibga ega bo'ladi.

Polimerlanish reaksiyasining quyidagi turlari mavjud.

1. Massa (blok) da polimerlanish.
2. Eritmada polimerlanish.
3. Emulsiyada polimerlanish.
4. Qattiq fazada polimerlanish.
5. Suspenziyada polimerlanish.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, hozirgi paytda jahon miqyosida olinadigan polimerlarning 3/4 hissasi aynan polimerlanish usullari yordamida hosil qilinadi.

Polikondensatlanish – bu almashinish reaksiyasi bo‘lib, yuqori molekulyar birikmalarni sintez qilish usulidir. Polikondensatlanish jarayonida qo‘shimcha moddalar (masalan, suv, ammiak, HCl va b.) ajralib chiqishi mumkin va shuning uchun hosil bo‘lgan polimerning tarkibi monomerning tarkibidan farq qiladi. Monomer molekulalari boshqa monomerlar bilan reaksiyaga kirishishi uchun kamiga ikkita funksional guruhga (OH, COOH, Cl, NH₂ va b.) ega bo‘lishi kerak.

Polimerlarning kelib chiqishiga qarab, quyidagi 3 guruhlariga bo‘lish mumkin.

1. Tabiiy polimerlar. Ularni tabiat yaratgan bo‘lib, bu guruhga kauchuk, guttapercha, sellyuloza, kraxmal, oqsillar va boshqalar kiradi.
2. Sun’iy polimerlar. Ular tabiiy polimerlarga kimyoviy ishlov berish yo‘li bilan olinadi. Bu guruhga sellyulozaning efirlari, xlorkauchuk va boshqalar kiradi.
3. Sintetik polimerlar. Ular polimerlanish va polikondensatlanish usullari yordamida monomerlardan hosil qilinadi. Bu guruhga PE, PP, PS, PVX, PU va boshqalar kiradi.

Bundan tashqari, makromolekulani asosiy zanjirining tuzilishiga qarab, polimerlar quyidagi 2 ta asosiy turlarga bo‘linadi.

1. Gomozanjirli polimerlar. Ularning asosiy zanjiri bir xil atomlardan (masalan, ugleroddan, selendan, oltingugurtdan va b.) tashkil topgan bo‘ladi. Ularning orasida asosiy zanjiri uglerod atomlaridan tashkil topgan karbozanjirli polimerlar keng tarqalgan. Bunday polimerlarga, organik polimerlar deb ataladi. PE, PVX, PMMA va boshqalar karbozanjirli organik polimerlarga misol bo‘la oladi.

2. Geterozanjirli polimerlar. Geterozanjirli (“getero” – har xil) polimerlarning asosiy zanjiri turli element atomlari (uglerod, kremniy, kislorod, azot) dan tashkil topgan bo‘ladi. Agar makromolekulaning asosiy zanjirida ugleroddan tashqari anorganik element atomlari mavjud bo‘lsa, unda bunday polimerlarga, elementoorganik polimerlar deyiladi. Poliefirlar, poliamidlar, mochevinformaldegidlar, sellyuloza va kremniy organik polimerlar elementoorganik geterozanjirli polimerlarga misol bo‘la oladi. Agar polimer makromolekulasining asosiy zanjirida va yonlama radikallarida organik element atomlari mavjud bo‘lmasa, unda bunday polimerlarga, anorganik polimerlar deyiladi. Plastik oltingugurt, bor, poliselen, politellur polimerlari anorganik polimerlardir.

Bundan tashqari, polimerlarga ishlov berish, ularni qizdirish va buyumni shakllantirish usullariga qarab, polimerlar quyidagi 3ta asosiy guruhlariga bo'linadi.

1. Termoplastik polimerlar yoki termoplastlar.
2. Termoreaktiv polimerlar yoki reaktoplastlar.
3. Vulqonlangan kauchuklar.

2.1.3. POLIMERLARNI QAYTA ISHLASH USULLARINING SINFLANISHI.

Kalandr - bir-biriga qarab aylanib turuvchi ikki va undan ortiq valiklardan tarkib topilgan valikli mashina bo'lib, varaqali materiallarga ishlov berish, ularni varaqalashga va qoplama qilishga mo'ljallangan.

Kalandr deganda, materialni yoyuvchi va silliqланuvchi mashina tushiniladi. Kalandr valiklari gorizontal yoki vertikal tarzda o'rnatiladi va birini ustiga ikkinchi valik joylashgan bo'ladi.

Kalandrlash – bu bir – biriga qarab aylanuvchi, qizdiriladigan ichi bo'sh silindr (valik) lar oralig'idan yumshatilgan materialni uzluksiz o'tkazish texnologik jarayoni bo'lib, unda cheksiz yupqa varaqa yoki parda hosil bo'ladi.

Kalandrlash jarayoni uch va undan ortiq ichi bo'sh valiklardan iborat, kalandr deb ataluvchi, mashinalarda amalga oshiriladi. Kalandrlash jarayonida yumshatilgan material har bir juft valiklar oralig'idan bir yoki ikki marotaba o'tkaziladi. Natijada qalinligi va kengligi belgilangan qiymatga ega bo'lgan varaqa yoki parda hosil bo'ladi.

Kalandrlashni jo'valashdan farq qilish kerak. Kalandrlashning jo'valashga nisbatan bir qator afzalliklari bor.

1. Jo'valashda qayta ishlanadigan kukunsimon yoki granulalangan kompozitsiya jo'va valiklari oralig'idan bir necha marotaba o'tkazilib, aralashtiriladi, plastikatsiyalanadi, gomogenlashtiriladi va keyingi qayta ishlash jarayonlarini osonlashtirish maqsadida yarim mahsulot olinadi. Kalandrlashda esa material valiklar oralig'idan faqatgina bir marotaba (rezina qorishmalari bilan gazlamani yoki boshqa materialni ikki tomonlama qolama qilishda esa ikki marotaba) o'tkazilib, kerakli kenglik va qalinlikka ega bo'lgan varaqa yoki parda olinadi. Boshqacha qilib aytganda, kalandrlash – uzluksiz buyum olish texnologik jarayondir.

2. Kalandrning ishlash samaradorligi jo'valash samaradorligidan bir necha marotaba kattadir. Masalan, plastifikatsiyalangan PVX pardalari ishlab chiqarishda kalandrlash samaradorligi 150 kg/soatdan yuqori bo'lishi mumkin.

3. Jo'valash davriy (uzlukli) ishlov berish jarayoni bo'lib, kalandrlash esa uzluksiz jarayondir.

4. Kalandrlashning o'ziga xos afzalliklari shundan iboratki, materialning destruksiyalanishida ajralib chiqadigan zararli gaz va bug'larni so'rib olish oson; kalandrlash jarayonlari ekstruziyalash jarayonlariga nisbatan pastroq haroratlarda amalga oshiriladi; kalandrlashda materialning issiq valiklar orasidan o'tish

davomiyligi (vaqti) kamroq; shuning uchun u issiqqa chidamliligi pastroq polimer materiallarni qayta ishlash imkonini beradi.

5. Kalandrlash jarayonini jo'valash va ekstruziyalash jarayonlari bilan birga amalga oshirish mumkin.

Kalandrdagi valiklarning soniga qarab, ular to'rt xil bo'lishi mumkin.

1. Ikki valikli kalandrlar.
2. Uch valikli kalandrlar.
3. To'rt valikli kalandrlar.
4. Besh valikli kalandrlar.

Valiklarining joylanishiga qarab, kalandrlar 2 xil bo'ladi.

1. Gorizontal kalandrlar.
2. Vertikal kalandrlar.
- 3.

Kalandr valiklarining joylanish sxemasi Valiklar gorizontal, vertikal (b-n), L simon (e,j), L-ga teskari shaklda (Z), G – shaklida (i,k), qiyshiq G shaklida (l), Z-shaklida (m,n) va uchburchak shaklida (o) o'rnatilishi mumkin.

Kalandrlar qo'llanilishiga qarab, 2 xil bo'ladi.

1. Rezina qorishmalarini qayta ishlovchi kalandrlar.
2. Termoplastlarni (xususan, PVX ni) qayta ishlovchi kalandrlar.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, polimerlardan olinadigan buyumlarning qalinligiga qarab, ular parda va varaqalarga bo'linadi. Agar buyumning qalinligi 0,25 mm dan kichik bo'lsa (uning quyi chegarasi $5 \cdot 10^{-3}$ mm ni tashkil etishi mumkin), uni pardali polimer material deb ataladi. Qalinligi 0,02 – 0,05 mm ni tashkil etgan polimer pardalaridan o'rash metariallari sifatida qo'llaniladi, undan ortiq qalin pardalardan esa qurilishda qo'llaniladi. Odatda, qalinligi 1 mm va undan katta polimer materiallariga, polimer varaqalari deb ataladi. Polimer pardalarining asosiy afzalliklari shundan iboratki, birinchidan, ular engil (zichligi past), qalinligi kichik va kerakli elastiklik va mustahkamlikka ega bo'lgan yupqa metariallardir; ikkinchidan, ulardan himoyalovchi va o'rash material sifatida foydalanish qulay va xavfsiz; uchinchidan, ular bilan turli materiallar (metall, sopol, charm, karton) ni qoplama qilish mumkin; to'rtinchidan, hosil qilingan qoplama hisobiga materialning gaz, bug' va suyuqliklarni singdiruvchanligini, diffiziyalanishini va shimib olinishini kerakli darajada o'zgartirish mumkin. Polimerlarni qayta ishlash va ulardan parda olish jarayonida ularning kimyoviy tarkibi, tuzilishi va xossalarini kerakli darajada o'zgartirish yo'li bilan sifatli va ishga chidamli pardalar olinadi.

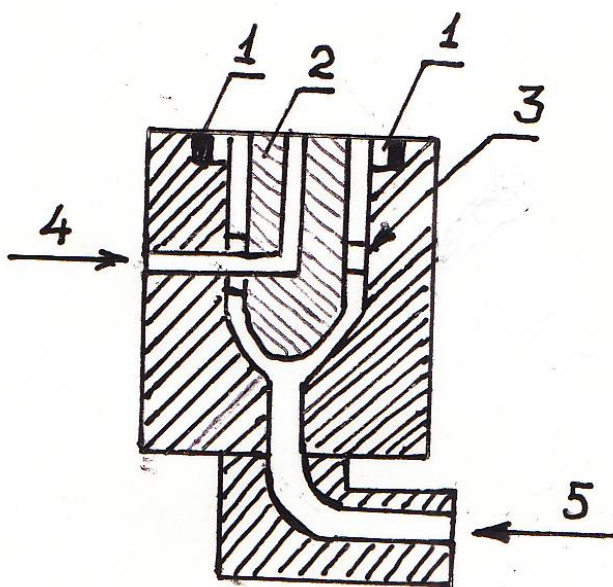
Polimer pardalarining asosiy kamchiligi shundaki, ular UB-nurlari, harorat va kislorod ta'sirida elastikligini yo'qotib, mo'rtlashib qoladi va tez parchalanadi.

Hozirgi paytda polimer pardalar ishlab chiqarish uchun quyidagi 3 ta ekstruziyalash usullaridan qo'llaniladi.

1. Polimerlarni ekstruziyalash va puflash usullarini birga amalga oshirib, parda olish usuli.
2. Ekstruziyalangan polimerlarni sovuq barabanda yoki valiklarda sovutish yo‘li bilan parda olish usuli.
3. Ekstruziyalangan polimerlarni suvli vannada sovutish yo‘li bilan parda olish usuli.

Bundan tashqari, sanoatda polimer eritmalaridan ham turli pardalar olinadi.

Parda olish uchun kukunsimon yoki granulalangan termoplastlardan qo‘llaniladi. Polimer ekstruderda suyuqlantiriladi. Suyuqlanma halqali shakl beruvchi kanal bilan ekstruzion kallak orqali siqib chiqariladi.



Burchakli halqasimon kallakning ko‘rinishi: 1-kallakni rostlash moslamasi; 2-dorn; 3- dorn ushlagich; 4- engni puflash uchun havo yuborish kanali; 5- suyuqlanma.

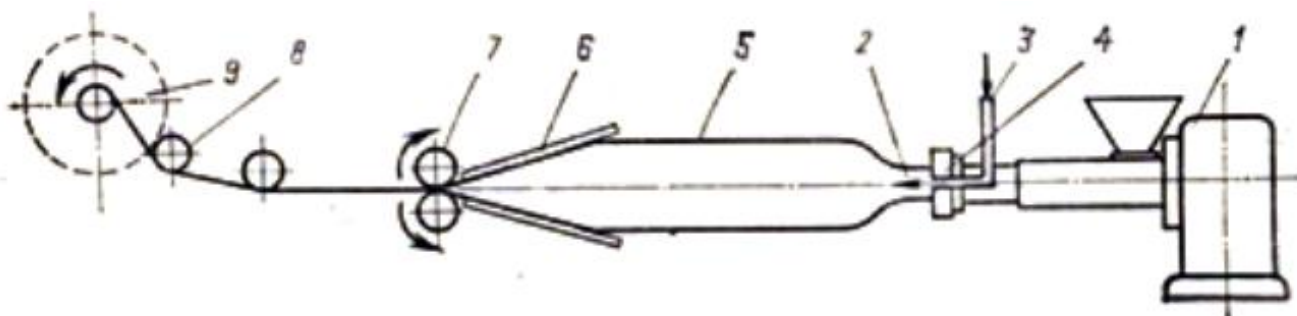
Kallakning asosiy vazifasi oqib chiqayotgan suyuqlanmaga ma’lum tashqi shakl berishdan iborat.

Ekstruziyalash va puflash usulida parda olish usuli rasmda ko‘rsatilgan.

Siqilgan havo 3 yordamida hosil bo‘lgan yupqa devorli quvur 2 yoki engsimon parda pnevmatik cho‘ziladi. Eng 5 ichidagi havo siqiluvchi valiklar 7 yordamida yopiladi va uning ichida ortiqcha havo bosimi hosil bo‘ladi.

Parda o‘zining silindr yoki engsimon shaklini saqlanishi va qalinligi bir xil bo‘lishi uchun, hamda u tez va bir tekis soviyishi uchun uning ichiga halqa 4 dan sovuq havo beriladi. Parda halqa 4 dan valiklar 7 gacha oralig‘ida havo yordamida

sovitiladi. Havo bosimi ostida engsimon pardaning qalinligi va kengligi o'zgaradi. Bir xil qalinlik va kenglikka erishish uchun eng ichiga siqilgan havo bir tekis o'zgarmas bosim ostida beriladi. Pardaning qalinligi va kengligi eng ichiga beriladigan havo bosimini rostlash yo'li bilan boshqariladi.



Ekstruziyalash va puflash usulida parda olish qurilmasining ko'rinishi: 1- ekstruder; 2-yupqa devorli quvur; 3-siqilgan havo uzatish kanali; 4-havo bilan sovutish halqasi; 5- engsimon parda; 6- pardani yo'naltiruvchi yuza (chakki) lar; 7-pardani siqiluvchi valiklar; 8- par-dani tortuvchi rolik; 9- pardani o'rab oluvchi moslama.

Engli parda ikkita yo'naltiruvchi yuzalar 6 yordamida taxlanib, valiklar 7 ga beriladi va undan keyin cho'zuvchi rolik 8 ga, so'ng o'rab oluvchi moslama 9 ga uzatiladi. Pardani olish tezligi valiklar 7 ning aylanish chastotasiga bog'liqdir.

Agar parda bo'yiga qarab haddan tashqari cho'zilsa, u anizotrop xossaga ega bo'lishi mumkin, ya'ni uning mustahkamligi bo'yiga va unga teskari yo'nalishga har xil bo'ladi. SHuning uchun siqiluvchi valiklar 7 ning aylanish chastotasini rostlash yo'li bilan bo'ylama cho'zilishni kerakli darajaga o'zgartirish mumkin. Engni puflash darajasini esa eng ichidagi havo bosimini o'zgartirish hisobiga rostlash mumkin. Engni cho'zilishi polimerning qotishiga yoki kristallanish tezligiga bog'liqdir. SHuning uchun turli polimerlarni qayta ishlashda engni cho'zish va uning sovutish mintaqalarining uzunligi har xil bo'ladi. Masalan ZYUPE, PA va PS kabi termoplastlar nisbatan tezroq soviydi va shuning uchun ularni cho'zish va sovutish mintaqalari uncha uzun emas. Presslash usulidan foydalanib nafaqat reaktoplastlardan buyum olinadi, balki turli rezina – texnik buyumlar, hamda rezina poyafzallari ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Buning uchun oldindan jo'valangan yoki kalandrlangan plastinkalardan, ekstruziyalangan, kesimlari yumaloq yoki to'g'ri burchakli quvurlar yoki shlanglardan foydalaniladi. Ular press plitalari orasida o'rnatilgan qizdirilgan pressqolipda joylashtiriladi, u zichlangandan keyin, buyum vulqonlanib shakllanadi. Olinadigan buyumlar pressdan tashqari, qolipda qisman sovutiladi, so'ng qolipdan chiqarib olib, havoda sovutiladi. Presslashni amalga oshirish uchun, odatda, gidravlik presslardan

qo'llaniladi. Kichik gabaritli buyumlar ishlab chiqarish uchun ko'p uyali pressqoliplardan qo'llaniladi. Oldindan tayyorlanib qo'yilgan rezina qorishmasi pressqolipga tez yuklanadi toki, qizdirilgan qolip yuzalariga tekkanda, qorishmada podvulqonlanish yuz bermasin. SHuni ham e'tiborga olish kerakki, presslangan buyumlarda kirishish yuz berishi tufayli, tayyorlangan rezina qorishmasining hajmi olinadigan buyum hajmidan biroz kattaroq bo'ladi. Aks holda, buyum andozalari davlat standartlari talablariga mos kelmay qolishi mumkin. Rezina qorishmasi pressqolip uylariga yaxshiroq yoyilishi uchun uning ish yuzalari va uylariga sovun eritmasi, natriy giposulfit yoki kremniyorganik suyuqliklar eritmasi etkaziladi (purkaladi yoki cho'tka bilan surtiladi). Rezina qorishmasi pressqolipga yuklangandan keyin, podpressovkadan qo'llaniladi, ya'ni 2 – 3 marotaba pressqolipni ochilishi va yopilishi amalga oshiriladi. Podpressovkani amalga oshirishdan maqsad – pressqolipdagi uylarni material bilan yaxshilab to'ldirishdan va uylardan havo, bug' yoki boshqa bug'lanuvchi moddalarni chetlashtirishdan iborat. Agar material bikr va buyum konfiguratsiyasi murakkab bo'lsa, unda podpressovkalar soni oshadi. Presslashning asosiy muhim ko'rsatgichlaridan biri – buyumning vulqonlanish davomiyligi hisoblanadi. Vulqonlanish davomiyligi presslash samaradorligini belgilab beradi. Vulqonlanish davomiyligini kamaytirish yo'li bilan presslash samaradorligini oshirish mumkin. Uni kamaytirish usullaridan biri – presslash haroratini oshirishdir. Butadien – stirol, butadien – nitril yoki xlorpren kauchuk asosida tayyorlangan qorishmalarni qayta ishlashda harorat (170 – 180) °C gacha ko'tarilishi mumkin. Ushbu haroratlar oralig'ida qorishmaning vulqonlanish davomiyligi (1 – 5) daq. ni tashkil etishi mumkin. An'anaviy presslash rejimida esa (140 – 150 °C da), vulqonlanish davomiyligi (20 – 40) daq. ni tashkil etadi. Destruksiyalanishga moyil kauchuklar (tabiiy kauchuk, sintetik izopren kauchuk) asosida olingan qorishmalarni yuqori haroratlar (170 – 180 °C) da presslashda samarali vulqonlanish sistemalaridan qo'llaniladi. Ushbu sistemalar tarkibida oltingugurt miqdori kam, vulqonlanish tezlatgichlari (asosan, sulfenamid hosilalari) ko'proq bo'ladi. Ularning tarkibida vulqonlanish agentlari (masalan, N, N¹ – ditiodimorfolin) ham mavjud. Qalinligi (6 – 10) mm ni tashkil etgan buyumlarni yuqori haroratlarda presslashda materialning issiqlik o'tkazuvchanligi pastligi tufayli, u bir tekis qizimasligi mumkin. Bunday holatlarda buyum yuzalari haddan tashqari vulqonlanib, uning ichki qatlamlari esa etarli darajada vulqonlanmasdan qolishi mumkin. Qalin devorli buyumlarni presslash jarayonlarini tezlashtirish va buyumning bir tekis vulqonlanishiga erishish uchun material oldindan termoshkafda yoki issiq suvda qizdirilib olinadi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, presslash paytida pressning ishlash samaradorligini oshirish katta amaliy ahamiyatga ega. Bunga nafaqat vulqonlanish davomiyligini kamaytirish, balki kassetali qoliplardan foydalanish, pressga qolipni joylashtirish va buyum olish operatsiyalarni to'liq mexanizatsiyalash yo'llari bilan erishish mumkin. SHuni ham e'tiborga olish kerakki, presslash paytida rezina qorishmasi ichida bosim paydo bo'lishi mumkin. Bu bosim bug' hosil bo'lishi hisobiga, havo yoki namlikni qorishma tarkibidan desorbsiyalanishi hisobiga, shuningdek, vulqonlanishning dastlabki bosqichida

gazsimon moddalarning ajralib chiqishi hisobiga hosil bo'lishi mumkin. SHuning uchun yaxlit, sifatli buyumlar olish uchun presslash rezina qorishmasi ichidaga bosimga nisbatan yuqoriroq bosimlarda amalga oshiriladi. Rezina qorishmalarini maqbul presslash bosimi 1,2 – 2,0 MPa atrofida bo'lishi mumkin. Rezina – texnik buyumlarni presslashda presslash bosimini to'g'ri tanlash katta amaliy ahamiyatga ega: bosim oshganda, rezina qorishmasi gazlama tarkibiga chuqurroq singib boradi. Bu esa buyumni eyilishga chidamliligini oshiradi. Ammo bosimni haddan tashqari oshirish gazlamani parchalanib ketishiga olib kelishi mumkin.

Bosim ostida quyish jarayonining texnologik ko'rsatgichlari quyidagilardan iborat.

1. Qayta ishlash harorati (suyuqlanmaning harorati).
2. Qolipning harorati.
3. Qayta ishlash bosimi (quyish bosimi).
4. Buyumning sovutish tezligi (bosim ostida ushlab turish davomiyligi (vaqti)).
5. Buyumni qolipda shakllanish davomiyligi (vaqti), ya'ni termoplastlarni sovutish tezligi, reaktoplastlarni qolipda qotish tezligi, rezina qorishmalarining vulqonlanish tezligi.

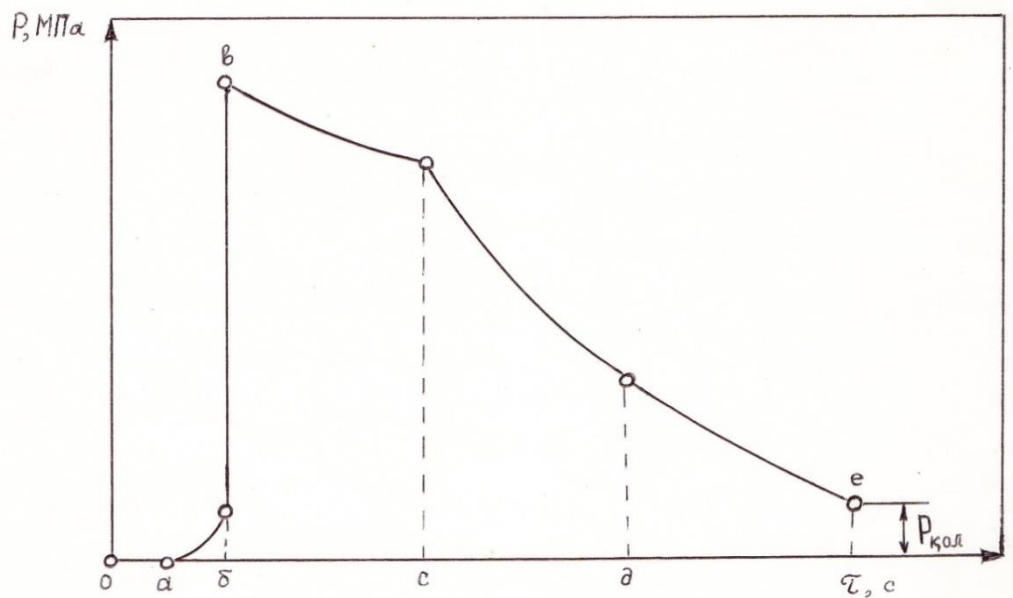
Buyumning qolipda shakllanish davomiyligi suyuqlanmaga ta'sir etuvchi harorat va bosimning vaqt davomida o'zgarishi bilan aniqlanadi. Quyidagi rasmda ish jarayonining diagrammasi keltirilgan. Unda quyish sikli qolipdagi bosimning o'zgarishiga qarab, alohida qismlarga bo'linadi.

Diagrammaning *oa* qismi qolip material bilan to'lishi, uning yopilishi va quyish forsunkasi qolip kanaliga to'tashganini ifodalaydi. Bunda bosim 0 ga teng bo'ladi. Suyuqlanma qolipga purkab beriladi. Qolipdagi bosim uncha katta emas, chunki u material bilan to'liq to'lgan emas. Bu holatni *ab* qism ifodalaydi. Qolip material bilan to'lgandan keyin, bosim keskin oshib, maksimal qiymatiga erishadi. Bu holatni *bv* qism ifodalaydi. Bosimni maksimal qiymatiga erishishi qolipning suyuqlanma bilan to'liq to'lganidan darak beradi, suyuqlanmaning qolipga kirishi to'xtab qoladi va shu bosim ostida material zichlanadi. Bu holatni *vs* qism ifodalaydi. YUqori bosim ostida buyumni sovutilishi natijasida unda kirishish yuz beradi. Natijada bosim pasayadi. Bu holatni *sd* qism ifodalaydi.

Ammo yuqori bosim ostida polimerning siqiluvchanligini va solishtirma hajmining kamayishini oldini olish uchun quyish kallagidan qolipga materialning ozgina miqdori qo'shiladi.

Agar quyish kallagi konstruksiyasi purkash bosimining doimiyligini ta'minlasa, unda qolipdagi suyuqlanmaning soviyishi va kirishishi tufayli quyish kallagining plunjeri ilgarilma harakatlanib, qolipga suyuqlanmani qo'shimcha miqdorini siqib chiqaradi. Bu holatda qolipdagi suyuqlanmaning bosimi zichlanish bosqichida o'zgarmas bo'lib qoladi. Agar purkash oxirida quyish kallagining plunjeri oldingi holatni egallasa, unda zichlanish paytida bosimning pasayishi kuzatiladi.

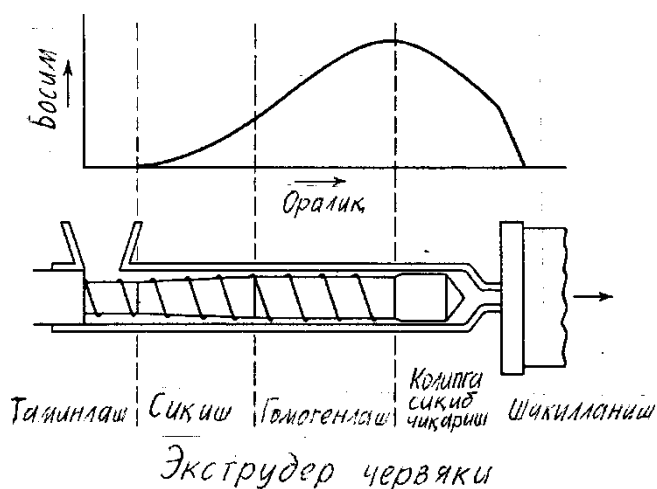
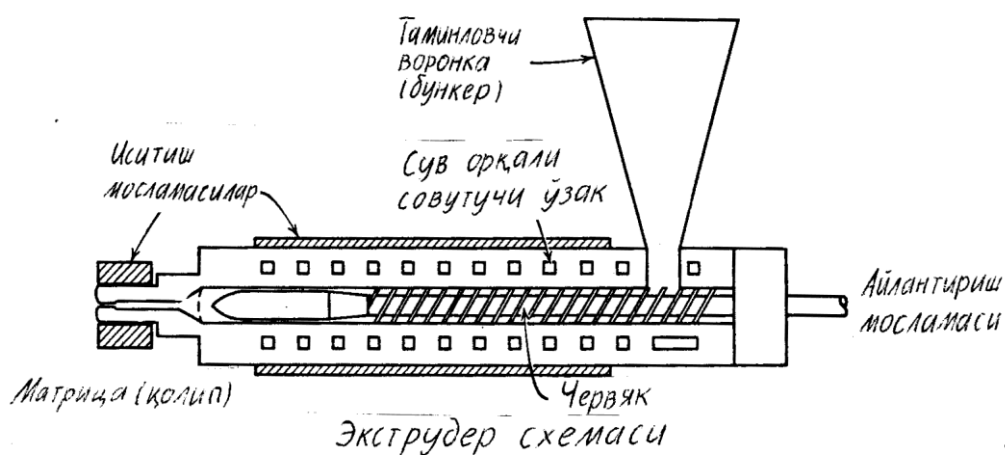
Quyish kallagidagi bosim va qolipdagi bosimlarning farqi hisobiga suyuqlanmaning qo'shimcha miqdori qolipga qo'shilishi mumkin. Qo'yish siklining keyingi bosqichi – quyish porshenining teskari harakatlanishi hisoblanadi. Bu bosqichga, sizish bosqichi deb ataladi.



Qolipda suyuqlanma bosimining vaqtga qarab o'zgarishi (quyish siklining diagrammasi).

Odatda, sizishni katta o'lchamli buyumlarni shakllantirishda kuzatish mumkin, chunki quyish plunjeri teskari harakatlanganida, u to'liq qotishga ulgura olmaydi. Bu vaqtda silindrdagi bosim qolip ichidagi bosimdan kichik bo'lganligi tufayli, suyuqlanmaning bir qismi qolipdan oqib chiqadi. Natijada qolipdagi bosim pasayadi. SHunday quyish forsunkalari ham borki, ular teskari klapan bilan jihozlangan bo'lib, suyuqlanmani qolipdan oqishini, ya'ni sizib chiqishini oldini oladi. Qolipni ochilishini va shakllangan buyumni qolipdan chiqishini diagrammadagi e nuqta ifodalaydi. Bunda $R = 0$ bo'ladi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, suyuqlanma soviganda, buyumda kirishish yuz beradi. Qolip ochilganda so'ng, unda ma'lum miqdorda qoldiq kuchlanish qoladi. U haddan tashqari katta bo'lmasligi kerak, aks holda, buyum qolip bo'shlig'idan chiqmasligi mumkin, sirtida esa tirqishcha va yorishmalar paydo bo'lishi mumkin. Natijada bunday buyumlardan foydalanib bo'lmaydi. Qolipni suyuqlanma bilan to'ldirish va buyumni sovutish jarayonlari tayyor buyumning barcha xossalriga kuchli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Buyumning mustahkamligi nafaqat materialning kimyoviy tarkibiga, balki ustmolekulyar tuzilmalarning o'lchamlari, turlari (lamella, sferolit, pachka, fibrilla va b.) ga va ularning birjinsligiga ham bog'liqdir. Ustmolekulyar tuzilmalarning tayyor buyumda shakllanishi qolipning harorati, bosim va buyumni sovutish tezligiga bog'liqdir. Polimer materialining suyuqlanish harorati kichik

bo'lsa, silindrda hosil bo'ladigan tiqinlar kalta bo'ladi va bosim isrofi pasayadi, ya'ni bosim kamroq pasayadi. Termoplastik polimerlarni har xil profilga ega bo'lgan teshiklar orqali uzluksiz siqib chiqarish va uni sovutish *ekstruziyalash* deb ataladi. Bu usul bilan trubalar, pardalar, list, plyonka, shlanglar, kabel simlarini ustini polimerlar bilan qoplash va har turli uzunasiga o'lchanadigan buyumlar olinadi. Ekstruziya jarayoni ekstruder deb ataluvchi mashinalarda amalga oshiriladi. Ekstrudorlar har xil bo'ladi: bir chervyakli, ikki chervyakli, diskli va kombinirlangan.



Ekstrudor asosan quyidagi qismdan iborat: *stanina* unda isitiladigan silindr joylashtiriladi; silindr ichki qismida bir yoki ikki chervyak o'rnatiladi; chervyaklar

elektr dvigatel bilan (aylanish uchun) bog'langan; silindrda isitish va sovutish sistemasi mavjud. SHakllash uchun maxsus forma qo'llaniladi. Masalan, truba olish uchun mundshtuk va dorndan iborat profil beradigan qo'shimcha uskuna yasatiladi. Ekstruziyalash uchun material granula holatda mashina bunker orqali isitiladigan silindrga tushadi. U erdan oquvchan holga o'tgan issiq material aylanib turuvchi shnek vositasi orqali oldinga surilib, mashinani bosh qismiga o'rnatilgan forma orqali siqib chiqariladi. Demak, ekstruderni vazifasi polimerni silindr bo'ylab siljishini, uning yumshashini va gomogenlashishga o'tishni ta'minlashdir; undan tashqari silindr ichida gidrostatik bosim paydo qilish, chunki polimer oqishi va uning kallak orqali shaklga aylanishi shu bosim tufayli amalga oshiriladi.

Isitiladigan silindr (chervyak singari) shartli ravishda uch zonaga bo'linadi:

1 zona — granulaning silindrga tushishi va uni oldinga siljishi va zichlanishi (uplotnenie).

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

Polimerlarni suyuqlanishida uning hajmi kamayadi, shu tufayli bu zonada chervyak kanalining chuqurligi kamayib borishi rejalashtirilgan.

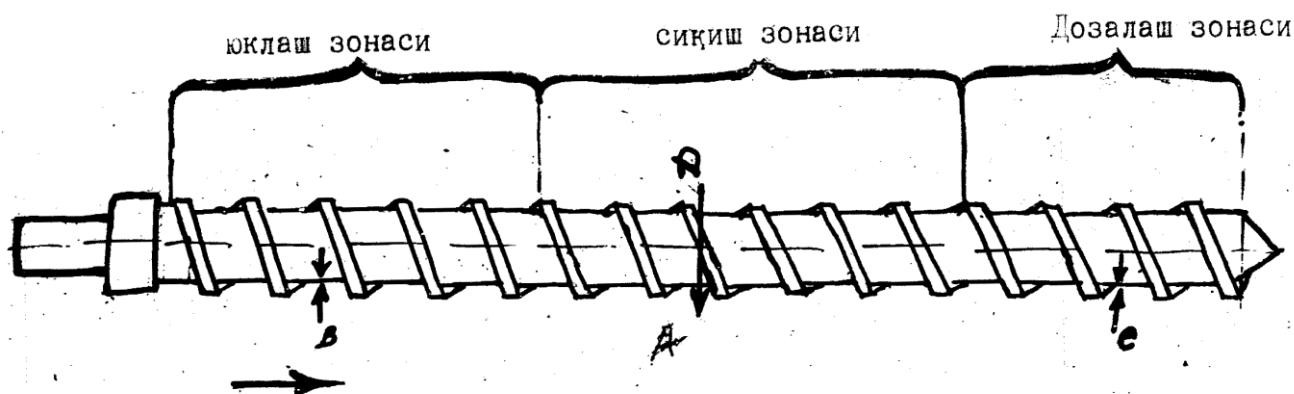
Oxirgi 3 zona — dozirovanie nomi bilan ataladi. Bunda butun chervyak vint kanali bo'ylab suyuqlangan polimer bilan qoplangan va suyuqlanma qolipga siqib chiqarib beriladi.

1 zona uzunligi odatda silindrga tushaetgan granul joyidan boshlab to granulni suyuqlangan qatlami silindr devorida yoki shnekda hosil bo'lganicha uzunlik qabul qilingan.

2 zona – suyuqlanish zonasi - suyuqlanish boshlangandan to butunlay granulni suyuqlangan holatga kelguncha shnek masofasi qabul qilingan.

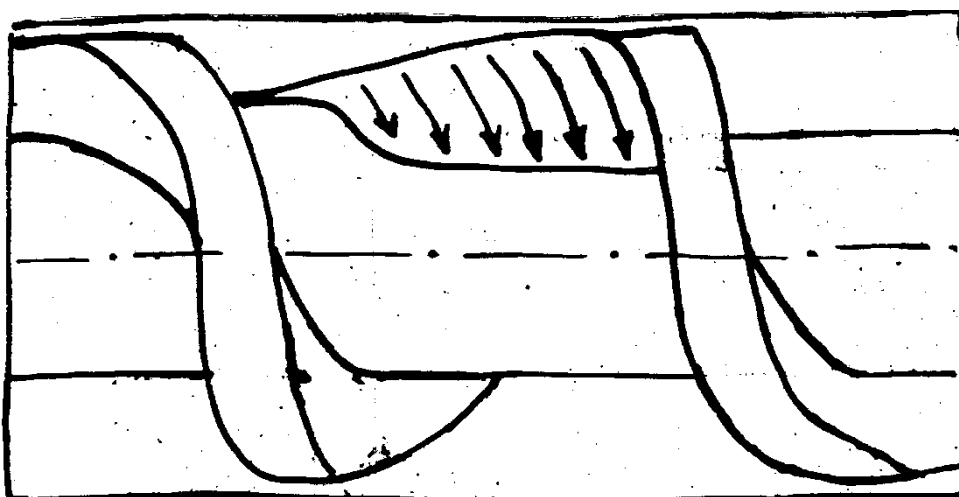
3 zona – dozirovanie, bu zonada butunlay suyuqlangan, harorat bir tekis taqsimlangan va suyuq polimer bir xil hossaga ega bo'lishini ta'minlash zonasidir va suyuqlanma siqib chiqarishga tayyor.

CHervyakning zonalarga bo'linishi

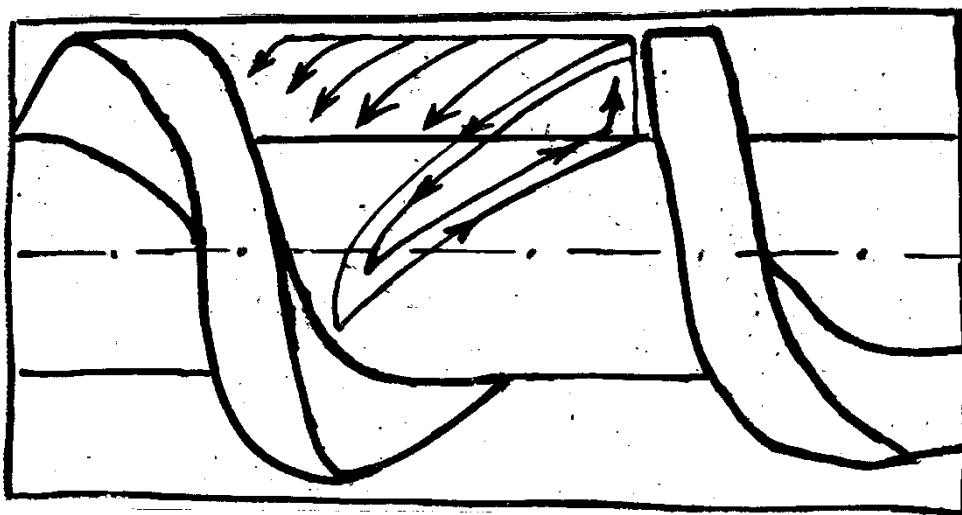


CHervyakni vint kanalida (3 zonada) to'rt oqimini kuzatish mumkin:

1. To'g'ri, majburiy oqim bu kallak tomon yo'nalgan bo'ladi.
2. Teskari oqim — to'g'ri oqimni kamayishi; bunga sabab kallakning va silindr devorining qarshiligidir.
3. Sirkulatsion oqim — vintli kanal o'qiga perpendikulyar ravishda yo'nalgan oqim bo'ladi.
4. «Utechka» oqimi - chervyak va silindrni ichki sathidan hosil bo'lgan oraliqda sodir bo'ladi va u granula tushayotgan bunker tomon yo'nalgan bo'ladi.

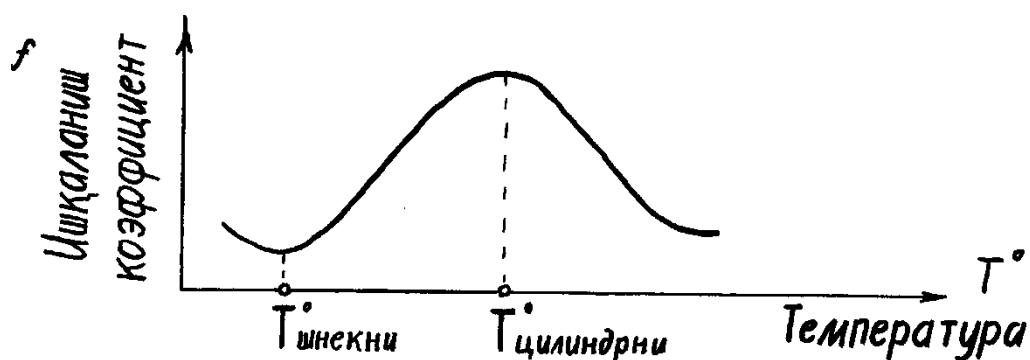


Тўғри оқим схемаси

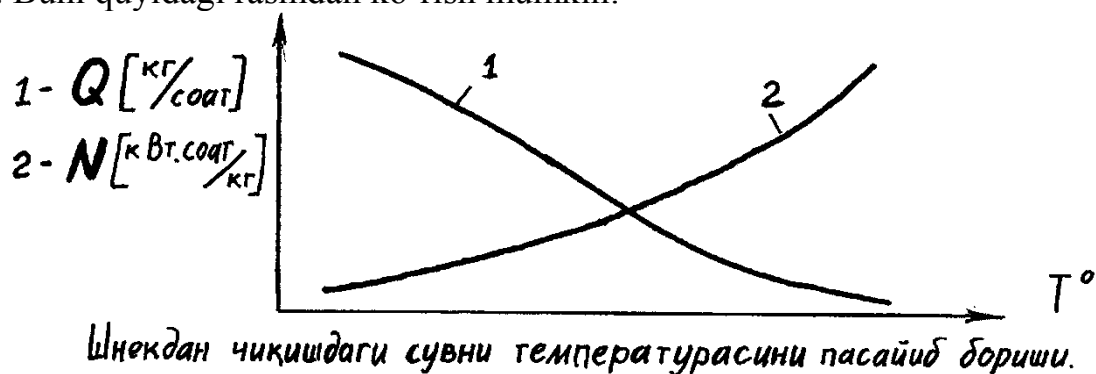


Циркуляцион оқим схемаси

Ekstrudorning 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 zonalarning uzunligi va ularning bir-biriga nisbati qayta ishlanaetgan polimer hossasiga, tuzilishiga bog'liqdir. Masalan, amalda termoplastlar qayta ishlanayotganda (ular keng diapazonli haroratda suyuqlanadi) chervyakning siqish zonasi uzunrok bo'lishi kerak. Kristall polimer uchun aksincha, siqish zonasi qisqarok bo'ladi (odatda zona uzunligi silindrning diametriga teng bo'ladi). Termik turg'un bo'lmagan termoplastlarni (PVX) qayta ishlashda siqish zonasiz jarayon olib boriladi. Buning uchun maxsus chervyaklar qo'llaniladi, ularda kanal chuqurligi kamayib boradi. Buning natijasida PVXni parchalanishi keskin kamaytirib yuboriladi (yana shuni e'tiborga olish kerakki, siqish zonasida issiqlik ajralib chiqadi). Silindr ichida materialni oqishiga ishqalanish koeffitsenti katta ta'sir ko'rsatadi. SHuning uchun chervyak yuzasi va material o'rtasidagi ishqalanish koeffitsenti silindr yuzasi bilan material o'rtasidagi ishqalanish koeffitsentidan kam bo'lishi kerak. Agarda bunga rioya qilinmasa, unda suyuqlangan polimer chervyak bilan aylanib ketadi va oldinga siljish bo'lmaydi. CHervyakka bo'lgan ishqalanish koeffitsentini kamaytirish uchun chervyak ichidan (o'qi orqali) sovuq suv yuboriladi. Buni quyidagi rasmdan ko'rish mumkin:



Masalan, polietilendan buyum olish jarayonida bu farq $30-40^{\circ}\text{C}$ ni tashkil etadi. Lekin shnekning harorati past bo'lsa, granulaning suyuqlanishi qiyinlashadi (qovushqoqligi oshadi), gomogen massa hosil bo'lishi qiyinlashadi. Natijada mashina unumdorligi pasayadi (Q) va nisbiy «мощност» (udelnaya мощность) (N) ortadi. Buni quyidagi 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. Bu ajralgan issiqlik qiymati kupaygan sari ayrim paytlarda tashqaridan isitishga xojat bo'lmay qoladi. Ekstrudorning ishlashiga granulaning formasi va o'lchami katta ta'sir ko'rsatadi. Agarda granula katta o'lchamga ega bo'lsa, unda suyuqlanma ichida havo qolishi mumkin. Bu olingan buyumda pufak (vzdutiya) hosil bo'lishiga olib keladi. Xuddi shunga o'xshash buyum sifatiga suyuqlanmaga ta'sir qilayotgan kuchlanish (napryajenie) va deformatsiya tezligi ta'sir ko'rsatadi. Agar kuchlanish ko'payib ketsa (normadan yuqori), unda buyum sirtida notekislik, qalinlanish (utolshenie) va boshqa sifatga salbiy ta'sir qiluvchi ko'rsatkichlar paydo bo'ladi. Odatda silindr harorati shnek haroratidan yuqori bo'ladi. SHu sababli oldin suyuqlanayotgan polimer plyonkasi silindr devorida paydo bo'ladi. Suyuqlangan materialni harakati silindr yuzasida va granularni esa 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. Qanchalik oldin suyuqlanish tamom bo'lsa, shunchalik suyuqlanma aralashishi yaxshilanadi va u bir tekis bo'ladi. Dozalash zonasida suyuqlanma harakati qovushqoq-oquvchanlik (vyazkogo techeniya) orqali bo'ladi.

Bunga shnekni aylanishi silindr devoriga yopishgan polimerning katta ta'siri bor. Ekstruziya texnologik jarayonlari konkret texnologik jarayonga qarab hisoblanadi. Masalan, kristallanish va buyumni ma'lum kristallik darajasiga ega bo'lishi uchun suyuqlanmani sovutish tezligi va nostatsionar issiqlik o'tkazuvchanligiga qarab ekstrudatni chiqarish tezligi va ekstruderning ishlab chiqarish hajmi aniqlanadi. Amorf polimerlardan buyum olishda ekstruziya tezligi orientatsiya darajasiga qarab aniqlanadi. Unda ekstrudentda notekislik hosil bo'lishini (elasticheskaya turbulennost) e'tiborga olish zarur.

Statsionar holatda quyidagi tenglikka rioya qilish zarur :

$$Q_z = Q_{pl} = Q_d$$

Bundan tashqari suyuqlanmani formaga aylanishida va formadan chiqayotganda sodir bo'ladigan jarayonlar hisobga olinishi kerak: makromolekulalarni darajasi siljish tezligiga bog'liqligi, suyuqlanmaning tortish kuchi va tezligi, suyuqlanma oqimining elastikligini tiklash va boshqalar. *Ekstruziyalashning texnologik parametrlari:*

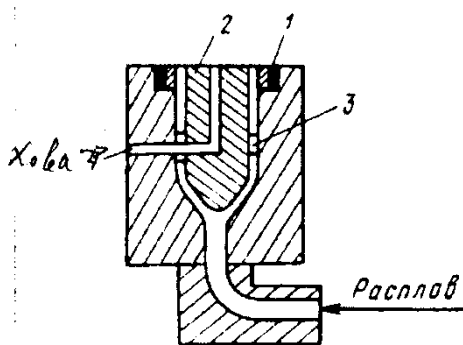
Bularga quyidagilar kiradi: suyuqlanma harorati silindrda va kallakda, suyuqlanmaning kallakdagi bosimi, shnekning aylanish tezligi (chastotasi).

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

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



Бурчакли халкасимом каллакни схемаси:

- 1 – каллакни ростлаш мосламаси;
- 2- дорн;
- 3 – донани ушлаб турувчи;
- 4 – енгни пуфлаш учун хова юборувчи канал

Ekstrudorning bosh qismiga o'rnatilgan mundshtuk (kallak) orqali suyuqlik siqib chiqariladi. Kallak okib chiqayotgan termoplastga ma'lum tashqi shakl berish uchun xizmat qiladi. Kallakdan chiqayotgan buyum, plyonka olishda "eng"

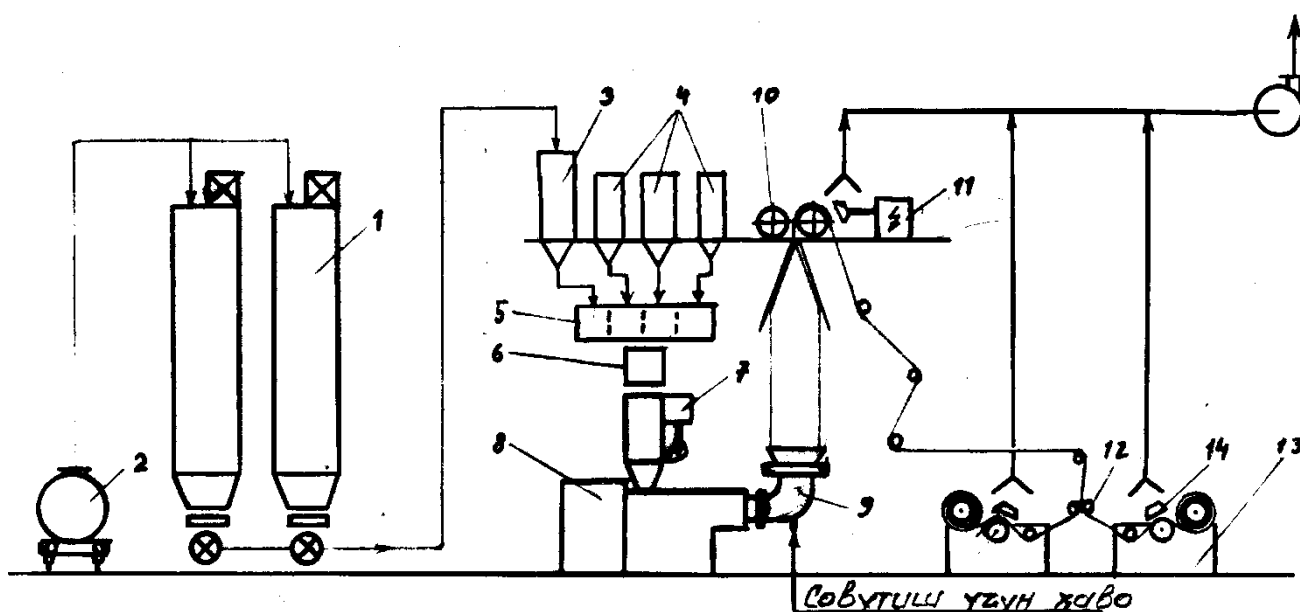
(rukava) ko‘rinishida salqin havo yoki boshqa usullar ta’sirida sovib, qotadi. Plyonka olishda siqib chiqarish operatsiyasi bilan puflash operatsiyasi birgalikda olib boriladi. Bu usul *ekstruziya yo‘li bilan plyonka olish* deb ataladi. Bunda “eng” ko‘rinishida siqib chiqarilayotgan polietilen suyuqlanma ichiga bosim ostida havo yuboriladi. Havo bosimi tufayli ekstruder bosh qismidan chiqib kelayotgan “eng” kengayib, ma’lum qalinlik va kenglikdagi plyonkaga aylanadi. Bu jarayon uzluksiz davom etib, olingan plyonka maxsus uskunarlar orqali tortib barabanlarga o‘raladi.

Jarayon quyidagi operatsiyadan iborat:

1. Xom ashyoni tayyorlash va quritish.
2. Oquvchan holatga o‘tkazish va uni bir jinsli suyuqlanma hosil qilish (gomogenlash).
3. “Eng”ni olish (formirovanie).
4. Plyonkani orientatsiyalash va sovutish.
5. Plyonkani baraban orqali o‘rash.
6. Plyonkaning sifatini aniqlash.

Plyonka olish texnologiyasiga batafsil to‘xtalib o‘taylik.

Polietilen plyonka ishlab chiqarish texnologik sxemasi.



- 1- xom ashyodan saqllovchi moslamalar;
- 2- sisterna yoki polietilen keltirgan vagon;
- 3- oraliq saqllovchi idishlar;
- 4- xar xil qo'shimchalar uchun oraliq idishlar;
- 5- qo'shimchalarni o'lchash uchun moslamalar;
- 6- metall zarrachalarni ushlab qoluvchi moslama;
- 7- polietilenni ko'rish uchun uskuna;
- 8- ekstruder;
- 9- kallak;
- 10- plenkani tortish uchun moslama;
- 11- plenka yuzasini aktivlovchi moslama;
- 12- plenkani qirquvchi moslama;
- 13- plenkani o'rash uchun uskuna⁴
- 14- statik elektr zaryadlarni oldini olish moslamasi.

Rasmdan ko'rinib turibdiki, quritilgan polimer granulasi pnevmotransport orqali ekstruder bunkeriga uzatiladi. Granula bunkerdan ekstruder silindriga tushadi va shnekni vintkalar (mejitkovoe) ora bo'shlig'ini to'ldiradi. Aylanayotgan shnek granulani oldinga qarab 2 va 3 zonalarga suradi. Buning natijasida granula oquvchan holatga o'tadi va formani (halqasimon tirqish) kallakni to'ldiradi. Kallakda suyuqlanma dorna tufayli perimetr bo'yicha tarqaladi va formadan chiqishda silindr shakliga ega bo'ladi (qopcha yoki "eng" shaklida). Suyuqlanmaga turg'un forma berish uchun uni tashqi tomondan havo yordamida sovutiladi. Qotish momenti "eng"ni xiralashuvi paydo bo'lishi bilan belgilanadi. YA'ni kristallanish chegarasi (agar kristallanuvchi polimer bo'lsa, unda kristallizatsiya jarayoni sodir bo'ladi). Ekstrudat "eng" uzunasiga maxsus valiklar yordamida tortiladi va shu bilan bir qatorda "eng" ichidagi havo yordamida puflanadi. "Eng" ichiga havo vaqti-vaqti bilan berilib turiladi. Chunki havo diffuziya va utechka tufayli "eng" ichida kamayishi mumkin. Keyin plyonka barabanga o'raladi yoki ikki tomondan qirqiladi. Qirkilgan "eng"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 plyonkani qalinligi 10 dan to 300 mkm gacha bo'lishi mumkin. Qalinligini o'zgaruvchanligi +10%. Qolipning asosiy xarakteristikasi – suyuqlanmani oqishiga qarshilik ko'rsatish koeffitsienti. Qolipdan oldin quyilgan suyuqlanmani filtrlash setkasining ishlash qobiliyati bosimning o'zgarishi bilan aniqlanadi. Agar setkaning qarshiligi ko'paysa

(ifloslanishi tufayli), unda uni almashtirish lozim. Umumiy qilib aytilganda, ekstruderning ishlash qobiliyati unumdorligi talab qilinayotgan moshnostga nisbati bilan aniqlanadi. Hozirgi zamon ekstruderlarida shunday jihozlar o'rnatilganki, ular tufayli zonalar bo'ylab haroratni nazorat qilish va avtomatik ravishda uni regulirovka qilish; suyuqlanma bosimini setkagacha va undan keyin nazorat qilish; ekstrudat va plyonkaning qalinligini nazorat qilish; shnekni aylanish chastotasini nazorat qilish; avtomatik ravishda havoni "eng" ichiga berish va boshqalarni amalga oshirish mumkin. Bir xil qalinlikka ega bo'lgan plyonka olishda siqilgan havoni bir tekis va o'zgarmas bosim ostida yo'naltirish muhim ahamiyatga ega. Plyonkaning qalinligi va kengligi "eng" ichiga havoni ko'p yoki oz puflash yo'li bilan boshqarib turiladi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, "eng" puflash darajasi 250-300%dan oshmasligi yoki boshqacha qilib aytganda, puflangan "eng"ning diametri halqasimon tirqish diametridan 2,5-3 marta ko'p bo'lishi lozimligini ko'rsatadi. 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. Polietilenning yuqori qovushqoqlik ko'rsatkichi PTR ga ega bo'lgan markalaridan foydalaniladi. Bu ko'rsatkichga ega bo'lgan polietilen "eng"i turg'un bo'ladi, uni kallakdan tortib olish imkoniyatini beradi. Undan tashqari polietilenni oldindan quritish lozim, chunki namligi salbiy ta'sir ko'rsatadi. Texnologik jarayonning to'g'ri borishi uchun quyidagi ko'rsatkichlarga ahamiyat berish kerak:

Siqish darajasiga (stepen sjatiya) — bu ko'rsatkich granula tushayotgan vint kanali hajmining (V_z) dozirovka zonasi kanalining hajmiga (V_d) nisbatan olinadi va quyidagicha ifodalanadi:

$$K_c = V_z/V_d$$

Puflash koefitsenti plyonka "eng"i diametrining (D_e) dorna diametriga (D_d) nisbati bo'yicha aniqlanadi:

$$K_r = D_e/D_d$$

Tortish (вытяжка) koefitsenti plyonkaning harakat tezligining (V_p) ekstrudatning harakat tezligiga (V_e) nisbati, ya'ni ekstrudatning kallakdan chiqish tezligi orqali topiladi:

$$K_v = V_p/V_e$$

Plyonkaning qalinligini quyidagicha hisoblash mumkin:

$$B_{pl} = B_e / K_r K_v$$

Bu erda: B_e — ekstrudatning qalinligi;
 K_r — puflash darajasi;
 K_v — tortish darajasi.

Plyonkalarni polimer materiallarning hossalari qarang (qattiqligi, termik turg'unligi) har xil usullar bilan olish mumkin. Eni, usulga qarab polietilendan olingan plyonka 24-32 metrgacha bo'lishi mumkin. PVX dan olingan plyonka odatda valslash va kalandrlash usuli bilan olinadi va eni 2,5m gacha bo'ladi. Polietilentereftalardan olingan plyonka ham 2m enli bo'ladi. Plyonkalar ko'p qatlamli, ko'p rangli va armirlangan bo'lishi mumkin. Bu materiallarni olishga bir necha ekstruderlarning birga ishlashi (soekstruderny) orqali erishiladi. Demak, ekstruziyalash usuli eng ko'p ishlatiladigan usul hisoblanadi. SHu bilan birga valslash va kalandrlash usuli ham ishlab chiqarishda o'z o'rnini topgan (PVX uchun). Plyonkalar eritmadan quyish (poliv) usuli bilan ham olinishi mumkin. Buning uchun tiniq eritmani sayqallangan yuzaga yoki cho'ktiruvchi vanna orqali uzatib olinadi.

Ekstruziyalash usuli bilan qayta ishlanadigan ayrim termoplastlarning hossalari.				
Termoplastlar	Sochilish kg/m ³	zichligi,	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; 0,5-1,5s
PP	450-550		1,5-3,5	80-100°C; 0,5-1,5s
PVX	450-800		0,5-1,0	70-80°C; 2-4s

Ekstruziyalash uchun qo'llaniladigan termoplastlar markalarini ko'rsatkichi va qo'llanilishi.

Termoplast markasi	PTR	Qo'llanilishi
PE-NP	0,2-1,7	plyonka, umumiy qo'llanish
PE-VP	2,0-5,0	qog'oz yoki matoning ustini qoplash uchun
PMMA	0,5-2,5	quvur, varaqlar

PP	0,4-0,7	elektroizolyasiya uchun plyonka olish
PVX-plastikat	3,0-15,0	kabellarni izolyasiya qilish uchun

Ekstruziyalash usuli bilan qayta ishlashning texnologik rejimlari

Termoplast markasi	Harorat, °C	Bosim, setkagacha (setkadan keyin)
PE-NP	110-150	15-25 (10-15)
PE-VP	130-190	20-30 (13-18)
PP	180-250	20-30 (15-20)

TRUBALAR OLISH TEXNOLOGIYASI

Ma'lumki hozirgi paytda gaz, vodoprovod, kanalizatsiya tarmoqlari qurishda plastmassadan yasalgan trubalar ko'p ishlatilmokda. Bu trubalar zanglamasligi (50 yilga chidaydi), bo'yab turishni talab qilmasligi, suyuqlik harakatiga kam to'sqinligi (ichki yuzasi silliq bo'lgani tufayli) va boshqa xususiyatlari bilan po'lat va cho'yan trubalardan afzal turadi. Plastmassa trubalarni etkazish va montaj qilish ham oson va arzon. Misol uchun, "Kazansorgsintez" zavodini olsak, u erda 1200 mm gacha bo'lgan yuqori zichlikka ega bo'lgan polietilendan ko'p miqdorda trubalar chiqarib turilibdi. Plastmassa trubalarning (PE-SP olingan) yana afzalligi shundan iboratki, ular sovuqqa chidamli (-70°C), elastik xususiyatlari saklanadi, egiluvchan, vazni engil va h.k. Plastmassa trubalarning kamchiligi — ularning yuqori issiqlikka bardosh bera olmasligidir. Ko'pincha trubalar polietilendan (70%) va PVX dan (30%) (qattiq va yumshoq) tayyorlanadi. Men bu bo'limda yuqori zichlikka ega bo'lgan polietilendan truba olish texnologiyasiga to'xtab o'tmoqchiman. Boshqa termoplastlardan ham shu usul bilan trubalar olish mumkin. Polietilen trubalar asosan ekstruziyalash, ya'ni ma'lum diametrli teshikdan uzluksiz siqib chiqarish usuli bilan olinadi. Uning olinish texnologik protsessi quyidagi rasmda keltirilgan. Bu rasmdan ko'rib turibsizki, truba olish texnologiyasi quyidagi bosqichlardan iborat: granula xoldagi polimer ekstruder silindrida yumshoq xolga keltirilgan massasini halqasimon teshikdan siqib chiqarish; kalibrlash; sovutish; ma'lum uzunlikdagi bo'laklarga kesish yoki g'altaqsimon barabanlarga o'rash.

Ekstrudordan suyuqlangan polietilen siqib chiqariladigan halqasimon tirqishning ko'ndalang kesimi trubaning ko'ndalang kesimidan ozgina ortiq bo'lishi kerak. Chunki kalibrlash (moslama) vaqtida truba zagotovkasi nasadka ichida qisman cho'ziladi. Ekstrudorning bosh qismidan siqib chiqarilayotgan polietilen massasi silindr shakliga kirib, u to'g'ridan-to'g'ri kalibrlash nasadkasiga o'tadi. Bu erda truba birmuncha soviydi, qotadi va kalibrlanib, muayyan tashqi

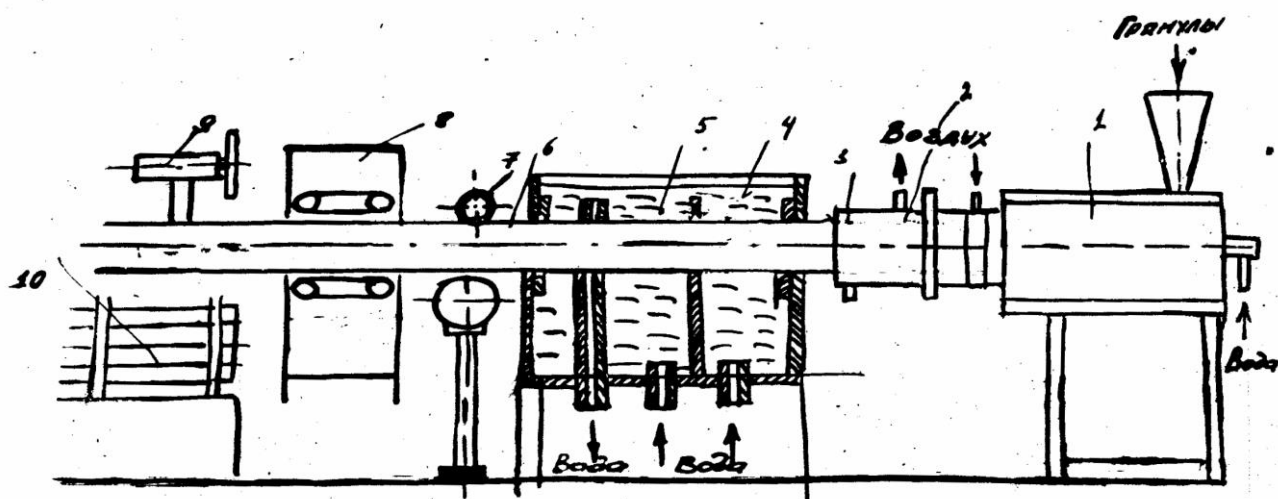
diametriga ega bo'lgan holda chiqa boshlaydi. Odatda truba tashqi diametri bo'yicha kalibrlanadi va trubalar ko'ndalang yo'nalishda ikki xil usulda: vakuum hosil qilish usuli yoki truba ichidan siqilgan havo yuborish yo'li bilan cho'ziladi. Kalibrlash nasadkasidan chiqayotgan truba hali issiq bo'lgani uchun, u egiluvchan va oson deformatsiyaga uchraydigan bo'ladi. SHu sababli u nasadkadan chiqishi bilanoq sovutish vannalarida yoki ustidan suv quyish usuli bilan sovutiladi. Sovugan trubalar qattiq va deformatsiyaga uchramaydigan bo'ladi.

Texnologik jarayonning rejimi

Texnologiya tanlashdan oldin trubani tashqi diametri, ichki diametri va trubaning qalinligini; profillar uchun uning enini, balandligini; kabellar uchun tashqi diametri yoki izolyasiya qatlamining qalinligini bilish kerak. Ekstruziyalash usuli bilan truba olish texnologik parametrlari plyonka olishdagi parametrlardan deyarli farq qilmaydi. Truba olish uchun ishlatiladigan, masalan, polietilen yuqori molekulyar massaga (PTR kam) ega bo'lishi kerak. Bu trubani ekspluatatsiya qilish (yuqori bosimga chidamligi) sharoitiga bog'liq. Silindr zonalari bo'yicha harorat ($^{\circ}\text{C}$) polietilendan truba olishda PENP (PEVP) uchun 115(140); 120(160); 130(170); 140(190) bo'ladi. SHu ekstruder kallagining 3 zonasida harorat 140 (210); 140 (220); 150 (220) bo'ladi. Kalibrlovchi havoning bosimi (MPa) (izbytochnoe): 0,08-0,1 (0,1-0,12). Suyuqlanmaning kallakdagi bosimi 30 MPa gacha boradi. Suyuqlanmaning kengayishini (razbuxaniya) hisobga olgan holda trubaning ko'ndalang kesma yuzasi (S) forma hosil qiladigan kallak tirqishidan 10-15% gacha ko'p bo'lishi kerak. Kalibrovka qilgandan keyin trubani diametri, nasadkaning diametriga teng bo'lib chiqqan holda 10-25% ortadi; truba devori qalinligi kamayadi, ya'ni $D_{\text{nasadka}} > D_{\text{mundshtuk}}$.

Rossiya GOSTi bo'yicha 4 xil truba ishlab chiqariladi. Ularning bir-biridan farqi suv bosimining ushlash qobiliyati bilan ajraladi:

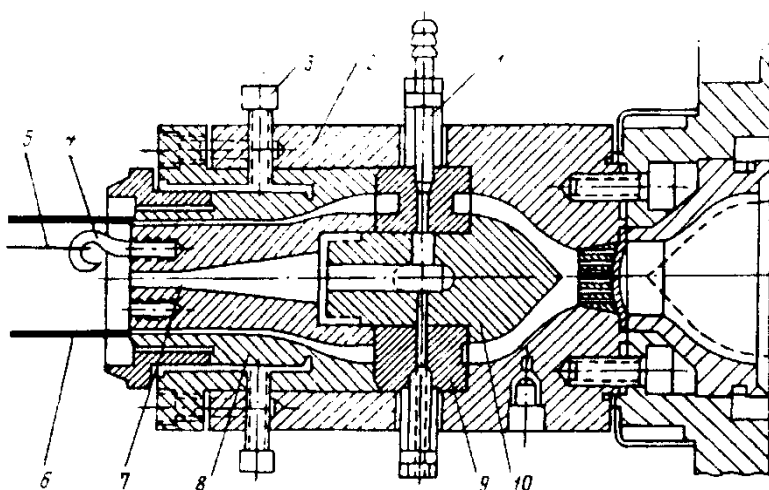
Truba turlari	Suv bosimi 20 $^{\circ}\text{C}$, Mpa
L (engil)	0,25
SL (o'rta engil)	0,40
S (o'rta)	0,60
L (og'ir)	1,0



1-экструдер; 2-шакловчи калла; 3-калибровчи калла;
4-,5- I ва 2 совутиш зоналари; 6-труба; 7-ўлчовчи мослама;
8-тортувчи мослама; 9-қирқувчи мослама; 10-қабул қилувчи стол.

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

Truba va shlanglar ishlab chiqarish uchun halqasimon to'g'ri oqimli kallaklar (kolsevuyu pryamotochnuyu) qo'llaniladi. Uning tuzilishi rasmda keltirilgan.



Bu rasmdan ko'rib turibsizki, kallakning asosiy kismolari quyidagilar:

1. Siqilgan havoni kiritish shtutseri
2. Korpus
3. Regulirovka qiladigan vintlar
4. Mustahkamlovchi moslama

5. Tross siljuvchi probkani ushlab turish uchun (kalibrlash moslamada)
6. Truba zagotovkasi (trubnaya zagotovka)
7. Truba ichiga siqilgan havo yuborish uchun kanal
8. Matritsa
9. Dornani ushlab turuvchi moslama
10. Dorna

Kabellarni, elektr tokini o'tkazuvchi simlarni izolyasiya qilishda ekstruderlarni formalovchi kallagi boshqacha konstruksiyaga ega, ya'ni vkladishli bo'ladi. Buning konstruksiyasi tavsiya qilingan adabiyotlarda keltirilgan.

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 trubalar olinadi. Bu trubalarni viniplast trubalari deb ham aytiladi. Polietilenga nisbatan PVX kompozitsiyasidan olinadigan trubalarda ekstruziya harorati boshqacha bo'lishdan ham farq qiladi. SHuni ham eslatib o'tish kerakki, viniplast trubalarning issiqlik o'tkazuvchanligi po'lat trubalarnikiga qaraganda 400 marta kam. SHuning uchun ham bunday trubalarning tashqi devorlarida suv tomchilari hosil bo'lmaydi. Agar polietilendan olinadigan trubalarni ekstruderdan chiqayotgan qovushqoq-oquvchan holatda 200°C dan ortiq ushlab turish mumkin bo'lsa, PVX dan olinadigan trubalar uchun 170-180°C dan ortmasligi kerak, chunki PVX ning termik turg'unligi polietilenga nisbatan ancha past. Polietilen va poliprolipendan trubalar olishda (ayniksa, tashqi vodoprovod tarmoqlari uchun ishlatiladigan trubalar) tarkibiga (granulaga) 2-2,5% miqdorida yorug'lik stabilizatorlari — qurum (chernaya saja) qo'shilgan bo'ladi.

Qayta ishlash texnologik parametrlarining truba, shlang, profillar hossasiga ta'siri.

Olinayotgan buyumlarning hossalariga eng avvalo kalibrlash bilan bir paytda qisman sovutish jarayoni ta'sir ko'rsatadi. Undan tashqari quyidagilar ta'sir ko'rsatadi: kalibrlashda ekstrudatni deformatsiyanish darajasi; kalibrlashdagi zagotovkani sovutish tezligi; buyum olishda ekstruziya parametrlari.

Trubalar ishlab chiqarishda braklar turi

- Ichki va tashqi yuzaning notekisligi;
- Trubaning geometrik o'lchamlarining chizmaga to'g'ri kelmasligi;
- Uzunasiga darz ketishi;
- Mexanik hossalarining pastligi;
- Qoldik deformatsiyani ko'pligi;
- YUqori kirishishligi va boshqa sabablar.

Ko'p shnekli ekstruderlar orqali buyum olish

Ekstrudorlar ikki shnekli bo'lishi mumkin. Bu shneklar parallel yoki ketma-ket joylashgan bo'lishi mumkin. Aralashtirish sifatiga qo'yilayotgan talabga qarab shneklarni narezkalari har xil konstruksiyaga ega bo'lishi mumkin. Ekstrudorlarda

shneklar vertikal yoki gorizontal joylashgan bo'lishi ham mumkin. Bunday ekstruderlar konstruksiyasi ayrim polimerlarni qayta ishlashda qo'llaniladi.

YUqorida keltirilgan ekstruder turlari plastmassa poroshok yoki granula holatdagi komponentlarni aralashtirishda; plastmassani qayta ishlashda va termik turg'un bo'lmagan ayrim polimerlardan (PVX) buyum olishda qo'llaniladi.

List va har xil profilga ega bo'lgan buyumlarni olish texnologiyasi.

Muayyan uzunlikka va shu uzunlik bo'ylab o'zgarmas ko'ndalang kesimga ega bo'lgan buyumlar (uzunasiga o'lchanadigan) qatoriga listlar, har xil profilga ega bo'lgan buyumlar kiradi. Listlar ko'pincha ABS plastikidan 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 (list misolida) shu tirqishning qalinligi bilan belgilanadi. CHiqayotgan suyuqlanma maxsus uskunalar orqali tortib olinadi va silliq vallar orqali o'tkazilib, uning qalinligi to'g'rilanadi va sovutiladi. SHu jarayonda orientatsiya protsessi ham ketadi. Uzunligi o'lchanadigan polimer buyumlar yuqori fizik-mexanikaviy (asosan orientatsiya protsessi tufayli), dekorativ-badiiy hossalari jihatdan estetik va boshqa xususiyatlari bilan boshqa materiallarga taqqoslanganda buning afzalligini ko'rish mumkin. List olishda chervyaki uzunrok bo'lgan ekstruderlar ishlatiladi ($L:D=25:35$). Bunga sabab termoplastlarni yuqori qovushqoqlik markalari ishlatilishidir (PTR - 0,2-0,5 g/10min). Bunaqangi termoplastlardan list olishda (qalinligi 0,8-2 mm) ekstruderni qolipi (formuyusiy instrument) katta qarshilik ko'rsatadi va natijada ekstruderning unumdorligi kamayib ketishi mumkin. Unumdorligini oshirish uchun jarayon biroz yuqori haroratda va siljish deformatsiyasini (sdvigovaya deformatsiya) intensivlash tufayli erishish mumkin, undan tashqari sifatli list olish uchun suyuqlanmaning gomogenlash darajasi ancha yuqori bo'lishi kerak.

List olishda texnologik parametrlarga quyidagilar kiradi:

- *ekstruder silindrining zonalar bo'yicha harorati;*
- *forma hosil qiluvchi kallakning harorati;*
- *sovutkich vallarning harorati;*
- *suyuqlanmaning kallakdagi bosimi.*

Masalan, PE-NP list olishda

zona 1—140°C

zona 2—160°C

zona 3—175°C

zona 4—200°C

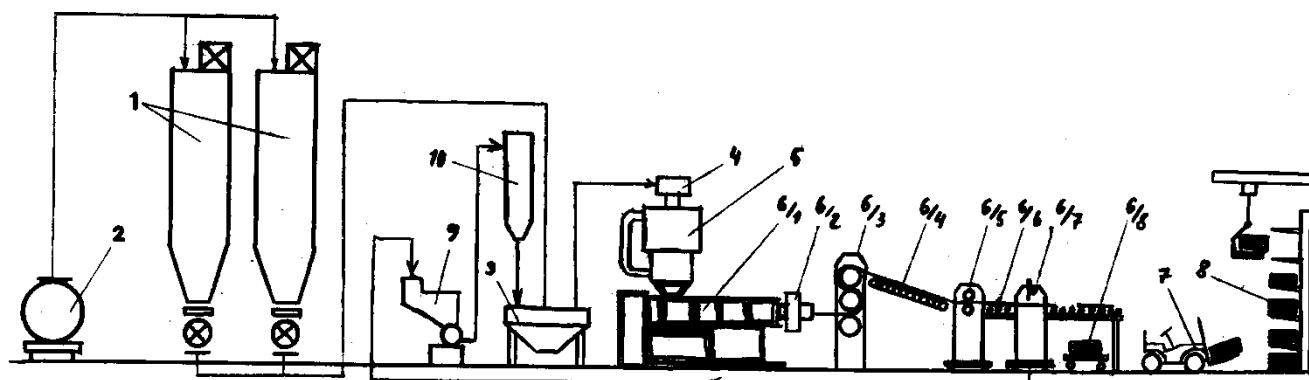
Kallak harorati - 210°C

Kallakdagi suyuqlanish bosimi 5-12 MPa.

Ekstruziyalashda haroratni iloji boricha yuqori ushlashga harakat qilinadi, chunki oquvchanlik yaxshilanadi va krisstal strukturalar hosil bo'lishi yo'qotiladi. Lekin yuqori haroratda polimer destruksiya uchirishi mumkin, shuning uchun PE list olishda maksimum harorat 240—250°C dan oshmasligi kerak. Polipropienni qayta ishlashda bu harorat 270—280°C ni tashkil etadi. Polistiroidan list olinatganda esa harorat 165—175°C bo'ladi. Sifatli listlar olishda sovutkich vallar yuzasining harorati va sovutkich vallar bilan kallak oralig'i muhim rol o'ynaydi. YUqqa list olish uchun vallar yuzasi 20—25°C bo'lishi kerak. Kallak bilan sovutkich vallar oralig'i listni tiniq bo'lishiga ta'sir ko'rsatadi. Agar masofa yaqin bo'lsa, tinikligi oshadi, lekin listning mustahkamligi kamayadi (menimcha orientatsiya yomonlashishi sababli). Boshqa parametrlardan listning sifatiga ta'sir qiluvchi — ekstruziyalash tezligi (bu shnekning aylanish chastotasi bilan belgilanadi), list polotnasining qabul qilib oluvchi vallar va tortuvchi mexanizmlar tezligidir. Ekstruziyalashning yuqori tezligi list qalinliklarini bir xil bo'lmasligiga va silliqiligi (glyansa) yomonlashishiga olib keladi. List olish texnologik sxemasi quyidagi rasmda keltirilgan. Unda asosiy agregat ekstruder, tirkichli kallak, valli agregat, kalandr va boshqalar. Ekstruziyadan chiqayotgan suyuqlanma aniq o'lchamga ega bo'lgan tirkishdan chiqib, qalinligi bo'yicha kalibrlanib, silliqilik beriladi. Bu vazifani kalandr bajaradi. Keyin sovutilib (asosan havo vositasida), ma'lum o'lchamlarga kirqiladi. CHekka kismi maydalanib, qaytadan ishlatiladi.

Texnologik parametrlari plyonka, truba olishdagidek.

Termoplastlardan ekstruziya usuli bilan list ishlab chiqarish texnologik sxemasi.



1 – xom ashyo saqlagich;

- 2 – sisterna;
- 3 – oraliq saqlagich;
- 4 – metall zarrachalarini aniqlash asbobi;
- 5 – granulani isitish (quritish) moslamasi;
- 6 – list olish agregati;
- 7 – elektryuklovchi;
- 8 – list saqlovchi moslama;
- 9 – chiqindini maydalash;
- 10 – maydalangan chiqindi uchun bunker

2.1.4. TERMOPLASTIK POLIMERLAR ASOSIDA PLASTMASSA BUYUMLAR OLISH USULLARINING O'ZIGA XOSLIGI.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, buyumning shakllanishi paytida qovushqoq – oquvchan yoki qisman yuqorielastik holatda, buyumdan foydalanish paytida esa shishasimon yoki kristallangan holatda bo'lgan polimerlar plastmassa negizini tashkil etadi. Qizdirilganda qo'ndalang kimyoviy bog'lar hosil qilmaydigan va aniq bir haroratda yumshab, qattiq holatdan plastik holatga o'tadigan polimerlarga, termoplastik polimerlar yoki qisqacha termoplastlar deb ataladi. Termoplastlar harorat ta'sirida yumshab qoladilar va qovushqoq – oquvchan holatga o'tib, sovutilganda buyum shaklini olib qotib qoladilar. Suyuqlanish – qotib qolish jarayonlari qaytuvchandir. Ularga qayta – qayta ishlov berganda, buyum shaklini olish qobiliyatlari saqlanib qoladi, fizik holatlari o'zgaradi, ammo kimyoviy o'zgarishlar kuzatilmaydi. Termoplastlarni erituvchi suyuqliklarda eritib, ulardan elim, tola, parda va varaqalar olish mumkin. PE, PP, PS, PVX, PK, PB, PMMA, PA, ftoroplastlar va ularning va qorishmalari termoplastlardir. Termoreaktiv polimerlar yoki qisqacha reaktoplastlar, boshlang'ich holatda oligomerlardir. Qizdirilganda, ular qovushqoq – oquvchan holatga o'tadilar. YUqori haroratda kimyoviy ishlov berilganda, ularning molekulalari reaksiyaga kirishish qobiliyatiga ega bo'ladilar va yuqori zichlikka ega bo'lgan uch o'lchovli to'rsimon tizimlar hosil qiladilar. SHuning uchun ular erituvchilar ta'sirida erimaydigan, qizdirilganda suyuqlanmaydigan, mo'rt va qayta ishlov berilmaydigan bo'lib qoladilar, ya'ni ularning qotib qolish jarayonlari qaytmasdir. Oddiy xona sharoitida ham, qizdirilganda ham, o'z – o'zidan reaksiyaga kirishish qobiliyatiga ega bo'lgan oligomerlar ham reaktoplastlar guruhiga kiradi. Fenolformaldegidlar, mochevinformaldegidlar, poliefirlar va epoksid qatronlari va boshqalar reaktoplastlardir. SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, hozirgi paytda monomerlardan va reaksiyaga kirishish qobiliyatiga ega bo'lgan oligomerlardan yarimmahsulotlar (polufabrikatlar) olish bosqichini o'tmay, kimyoviy shakl berish usullari yordamida buyum olish texnologik jarayonlari rivojlanib bormoqda. Ushbu usul bilan allil monomerlariga, to'yinmagan poliefir qatronlariga, uretan hosil qiluvchi monomerlarga ishlov berilib, polimer materiallari ishlab chiqariladi. Kimyoviy shakl berish usullaridan foydalanib, poliamid, poliuretan va akril qatronlaridan buyum olish mumkin.

Aslida, bosim ostida quyish mashinasi (termoplastavtomatlar) 2 qismdan iborat bo'ladi.

1. Materialni plastikatsiyalash (suyuqlantirish) qismi. Bu qismda material me'yoriga keltiriladi.
2. SHakl beruvchi qismi.

Termoplastlarni bosim ostida quyish usulini quyidagi 2 rejimda amalga oshirish mumkin.

1. Intruziya rejimida. Bu rejimda suyuqlanma qolipga aylanib turuvchi shnek orqali uzatiladi va qolip 70-80 % ga to'lgunga qadar, u aylanma harakatini davom ettiradi. Suyuqlanmaning qolgan qismi esa, shnekning ilgarilanma harakati tufayli qolipga purkab beriladi. Ushbu texnologiya mohiyati shundaki, u purkash hajmini 2-3 marotaba oshirish imkonini beradi. Natijada olinadigan buyumning hajmi oshadi. Buyumni sovutish paytida uni kirishishini bartaraf etish uchun intruziya rejimida ishlaydigan quyish mashinalari podpressovka qiluvchi moslamalar bilan jixozlanadi. Intruziya rejimida yirik o'lchamli va kalin devorli buyumlar olinadi. Injeksiya rejimida. Bu rejimda aylanib turuvchi shnek bunkerdan materialning kerakli miqdorini quyish mashinasining injeksion silindrida yig'ib oladi va uni plastikatsiya qiladi, ya'ni, suyuqlantiradi. Injeksiya rejimi intruziyaga nisbatan kengroq tarqalgan qayta ishlash usulidir.

Termoplastlarni bosim ostida quyishda quyidagi fizik – kimyoviy jarayonlar kechishi mumkin.

1. Makromolekulalar oqish yo'nalishiga qarab orientirlanishi mumkin va natijada buyum xossalarining anizotropiysi paydo bo'ladi.

2. SHakllangan buyumda ichki qoldiq kuchlanishlar paydo bo'lishi mumkin.

3. Buyumda kirishish yuz berishi mumkin.

Ma'lumki, quyish mashinasining material silindrida granular suyuqlanib, qovushoq – oquvchan holatga o'tadi. Soplo orqali yuqori tezlik bilan oqayotganda, siljish deformatsiyasi tufayli suyuqlanmaning harorati oshib, gomogenlanish jarayoni oxiriga etadi. SHu bilan birga soploda makromolekulalar va ustmolekulyar tuzilmalar orientirlanadi va bu jarayon suyuqlanma quyish qolipiga oqayotganda davom etadi. Qolip to'lganda makromolekulalar material oqimining harakatlanish yo'nalishiga orientirlanadi. Agar qolip bo'shlig'ining kesimi yoki quyish kanalining kesimi kichik bo'lsa, quyish bosimi oshib, qolipni to'ldirish tezligi oshadi. Natijada siljish kuchlanishi oshib, uning ta'sirida makromolekulalarning orientirlanish darajasi oshib boradi. Makromolekulalarning orientirlanishi buyum mustahkamligini orientatsiya yo'nalishiga oshiradi. Agar qolip bo'shlig'ining kesimi yoki quyish kanalining kesimi 1 mm² dan katta bo'lsa, oqish yo'nalishiga teskari orientatsion kuchlanishlar paydo bo'lib, buyumda materialning ikki o'q bo'ylab (ikki tomonlama) orientirlanishi kuzatiladi. Bunda qolip teshigiga kirishdan uzoqlashgan sari, orientirlanish darajasi pasayib boradi. Natijada oqish yo'nalishida buyum xossalarining anizotropiysi kuzatiladi, ya'ni, suyuqlanmaning oqishi yo'nalishida buyumning mustahkamligi oshib, unga teskari yo'nalishida mustahkamlik pasayadi. SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, quyma buyumlarni qolipda yuqori haroratlarda (suyuqlanish haroratiga yaqinroq haroratlarda) termik ishlov berilganda, ularning mustahkamligi presslangan buyumlarning mustahkamligiga tenglashishi mumkin. Bunda makromolekulalarning orientirlanish darajasi keskin pasayib, buyum izotrop xossalarga ega bo'ladi. SHakllangan quyma buyumlarda quyidagi holatlarda ichki qoldiq kuchlanishlar paydo bo'lishi mumkin.

1. Buyumning bo'ylama va ko'ndalang kesim yuzasida makromolekulalarning orientirlanish darajasi har xil bo'lishi mumkin. Bu esa buyumda ichki qoldiq kuchlanishlarning paydo bo'lishiga sababchi bo'ladi. Ushbu kuchlanishlarning xavfliligi shundaki, ularning ta'sirida buyum deformatsiyalanib, qiyshayib qolishi mumkin, sirtida tirqishcha va mikroyorishmalar paydo bo'lishi mumkin. Bunday buyumlardan foydalanib bo'lmaydi.

2. Buyumning sirti va ichki qatlamlari turli tezlikda soviydi. Bu esa buyumda ichki qoldiq kuchlanishlarning paydo bo'lishiga sababchi bo'ladi.

Suyuqlanma qolipning sovuq devorlariga tegishi bilanoq, uning sirti tez qotib qoladi, ammo uning ichki qatlamlarida harorat balandligicha qoladi. Natijada buyumning ichki qatlamlarida relaksatsiya va tizim hosil qilish jarayonlari to'liq kechishga ulguradi. Buning asosiy sababi – polimerning issiqlik o'tkazuvchanligi va harorat o'tkazuvchanligining pastligidadir.

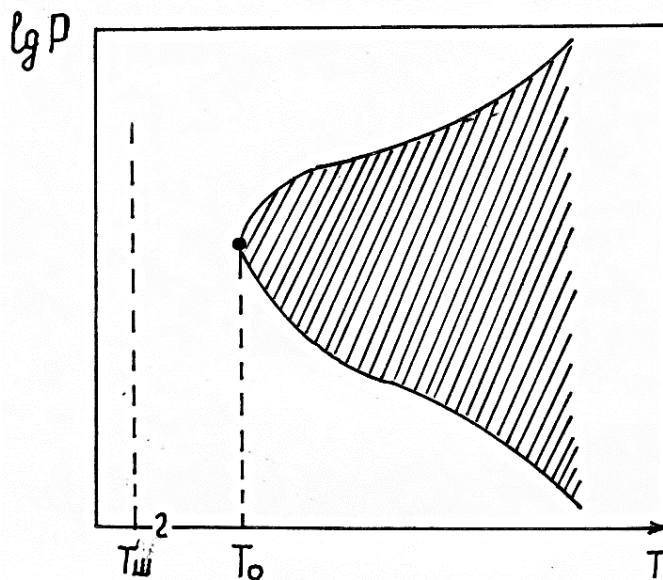
Odatda, quyma buyumlarning yuza qatlamlari kichik amorf yoki kristall tuzilmalardan iborat bo'ladi. Uning markaziy qatlamlarida esa kristall tuzilmalarning o'lchami kattaroq va kristallik darajasi yuqori bo'ladi. Bu esa buyumda termik kuchlanishlarni paydo bo'lishiga va tizimning bir jinslimasligiga olib keladi. Ular buyumning barcha xossalriga, shu jumladan, mustahkamligiga kuchli salbiy ta'sir ko'rsatilishi mumkin. Tayyor buyumning o'lchamlari va konfiguratsiyasini o'zgartirmasdan orientatsion kuchlanishlarni kamaytirib bo'lmaydi. Quyish qolipining maqbul loyihasini ishlab chiqish va, xususan, quyish rejimini to'g'ri tanlash yo'li bilan orientatsion kuchlanishlarni bartaraf etish mumkin. Bundan tashqari, qayta ishlash harorati va qolip harorati orasidagi farqni kamaytirish yo'li bilan yoki tayyor quyma buyumga termik ishlov berish yo'li bilan termik kuchlanishlarni kamaytirish mumkin. Kristallanuvchan polimerlar (PE, PP, PA va b.) da bir vaqtning o'zida kristallanish jarayonlari rivojlanib, tizimning bir jinsligi oshib boradi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, quyish jarayonida yuqori harorat va mexanik kuchlanishlar ta'sirida polimer materiali destruksiya qilinishi ham mumkin. Natijada uchuvchan moddalar ajralib chiqib, olinadigan buyumning rangi o'zgaradi. Odatda, bu hodisa issiqqa chidamsiz polimerlarni bosim ostida quyishda ko'proq kuzatiladi. Bu muammoni issiqqa chidamli barqarorlashtiruvchi moddalardan foydalanib (ularni polimer tarkibiga kiritib), samarali echish mumkin. Presslash usuli termoplastlarni qayta ishlashning eng qadimiy usullaridan biridir. Ushbu usuldan sellyuloid, viniplast va boshqa termoplast materiallardan buyum olishga keng qo'llanilgan. Presslash usulidan foydalanib, qalin varaqalar, bloklar, tiniq buyumlar, qalin devorli murakkab konfiguratsiyali va kesimlari o'zgaruvchan buyumlar, mexanik ishlov beriladigan oddiy buyumlar, ba'zi bir ko'pikli plastik turlaridan buyumlar, abraziv to'ldirgichlar saqlagan materiallardan buyumlar olinadi. Masalan, bosim ostida qo'yish usulidan foydalanib, optik shaffof (tiniq) buyumlar olish qiyin, chunki bunda makromolekulalar orientirlanadi va buyum tiniqligini yo'qotadi. Bunday buyumlar olishda presslash usulidan foydalaniladi. Yuqori molekulyar massaga ega va suyuqlanmasining oquvchanligi past bo'lgan termoplastlardan, amorf va kristallanuvchi polimer materiallaridan buyum olishda, ko'pincha presslash

usulidan qo'llaniladi. Presslash uchun granulalangan, tabletkalangan va kukunsimon materiallardan qo'llaniladi. Ishlash samaradorligini oshirish maqsadida ular jo'valarda yoki ekstruderlarda oldindan qizdirib olinadi. Varaqa va bloklar olish uchun ko'pincha jo'valangan yoki kalandrlangan pardalardan yoki tasmalardan qo'llaniladi. Buyum gidravlik presslarda qo'yiladigan pressqoliplarda shakllantiriladi. Varaqa va bloklarni presslab olishda qavatli presslardan foydalaniladi. Ularda suyuqlanma oqib ketmasligi uchun cheklovchi ramkalar bo'ladi yoki material sayqallangan toza metall plitalari orasida presslanadi. Xususan, issiqqa chidamsiz termoplastlardan buyum olishda kompression presslash va quyib presslash usulidan qo'llaniladi. Bunda, oldindan qizdirib olingan material sovuq yoki qizdirilgan pressqolipga yuklanib, pressqolip nihoyatda katta tezlik bilan 0,1 soniyada yopiladi. Natijada presslanadigan material nihoyatda katta zarba kuchi ostida pressqolip bo'shlig'ini kimyoviy oqish tufayli to'ldiradi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, reaktoplastlarni presslash usulidan farqli o'laroq, termoplastlarni presslashda kimyoviy reaksiyalar kuzatilmaydi va uchuvchan moddalar ajralib chiqmaydi. Pressqolipda suyuqlanmaning soviyishi natijasida u qotib qoladi va buyum shakllanadi. Bundan tashqari, termoplastlarni presslashda ishlatiladigan pressqoliplarda qolipni ajratish tekisligidan suyuqlanmani chiqishini oldini olish uchun kichik tirqishcha va havo chiquvchi kanallar bo'ladi. Bundan tashqari, pressqolipda qizdirgich elementlari va sovutuvchi kanallar bo'ladi. Ular buyumni bir tekis qizdirish va sovutishni ta'minlaydi. Termoplastlardan presslangan buyumlar yaxlit bo'lishlari (qo'pikli plastiklar bundan mustasno!) va ularni shishalanish haroratidan yuqriroq haroratlarda isitilganda, shakl va andozalarini saqlab qolishlari kerak. Kukunsimon va granulalangan materiallardan yaxlit va tiniq buyumlar olish uchun presslash bosimi va harorati orasida bog'liqlikdan foydalaniladi. SHtrixlangan hudud – materialning haqiqiy presslanishini ifodalaydi. Ushbu grafikning mohiyati shundan iboratki, u materialning haqiqiy presslash chegaralarini yoki hududini aniqlab beradi. Grafikdagi 1 – egri chiziq materialning oqishini ifodalaydi (ya'ni, zarrachalar orasida fizik chegaraning yo'qligidan darak beradi). Ma'lumki, presslash harorati oshganda, material oquvchan bo'lib, presslash bosimi pasayib boradi. 2 – egri chiziq esa, yuqori (100 MPa dan yuqori) bosimlarda makromolekulalarning bikrligi oshganidan va oquvchanligini pasayganidan dalolat beradi. Har ikkala egri chiziqlar tutashgan nuqta materialning oquvchanlik harorati T_0 ga mos keladi va egri chiziqlarning qiyaligi oquvchanlikka ta'sir etuvchi omillar (polimerning molekulyar massasiga, plastifikator va to'ldirgichlarning miqdoriga va boshqa omillar) ga bog'liqdir. Polimerning shishalanish T_{sh} va oquvchanlik T_0 haroratlari oralig'ida presslangan buyumlar xiralashadi va ularni T_{sh} dan yuqoriroq haroratlarda qizdirilganda, ular presslash paytida makromolekulalarning harakatchanligini pasayganidan yig'ilgan va relaksatsiyalanmagan ichki qoldiq kuchlanishlar ta'sirida yoriladi (darz ketadi). Materialni bosim ostida saqlash davomiyligi oshganda, haqiqiy presslash hududi (shtrixlangan hudud) past haroratlarga tomon siljiydi.

Termoplastlarni presslash bosimi logarifmining presslash haroratiga bog'liqligi:

T_{sh} – polimer materialining shishalanish harorati;

2. T_o – uning oquvchanlik harorati.



Presslash haroratini haddan tashqari oshirilganda, materialning oquvchanligi oshib, uning zichlanishi va tarkibidagi havoni chetlashtirish jarayonlari qiyinlashadi.

SHuni ham e'tiborga olish kerakki, presslash paytida materialning yuza qatlamlari barvaqtroq suyuqlanib, uning ichki qatlamlari bir – oz kechikib suyuqlanishi mumkin. Bu esa shakllanayotgan buyumda termik kuchlanishlar darajasini oshirib yuborishi mumkin. Ushbu ko'ngilsiz hodisalarni oldini olish uchun pressqolipni qizdirish va uni sovutish jarayonlarini asta – sekinlik bilan amalga oshirish maqsadga muvofiqdir. Bundan tashqari, qalin varaqalar va bloklarni olishda presslash bosimi sekin – asta pasaytirib boriladi (bunda suyuqlangan material pressqolipdagi tirqishchadan chiqa olmaydi). Pressqolipni sovutilganda esa harorat T_{sh} ga etgunga qadar, bosim sekin – asta oshirib boriladi. Bunday presslash rejimi material tarkibidan havoni to'liq chetlashtirish, buyumda kirishishni kamaytirish va unda chig'anoqlar hosil bo'lishining oldini olish imkonini beradi. SHuni alohida yodda tutish kerakki, hozirgi paytda zamonaviy termoplastlarni qayta ishlash texnologiyasida presslash usulidan foydalanish cheklangan, chunki uning ishlash samaradorligi nihoyatda pastdir. Buyumga shakl berish uchun uni pressqolipda

bosim ostida sovutishni talab qiladi. Bunda sarf – xarajatlar oshib, ishlash samaradorligi pasayib ketadi.

2.1.5. TERMOREAKTIV POLIMERLAR ASOSIDA PLASTMASSA BUYUMLAR OLISH USULLARINING O'ZIGA XOSLIGI.

Termoreaktiv polimerlar yoki qisqacha reaktoplastlar, boshlang'ich holatda oligomerlardir. Qizdirilganda, ular qovushqoq – oquvchan holatga o'tadilar. Yuqori haroratda kimyoviy ishlov berilganda, ularning molekulari reaksiyaga kirishish qobiliyatiga ega bo'ladilar va yuqori zichlikka ega bo'lgan uch o'lchovli to'rsimon tizimlar hosil qiladilar. SHuning uchun ular erituvchilar ta'sirida erimaydigan, qizdirilganda suyuqlanmaydigan, mo'rt va qayta ishlov berilmaydigan bo'lib qoladilar, ya'ni ularning qotib qolish jarayonlari qaytmasdir. Oddiy xona sharoitida ham, qizdirilganda ham, o'z – o'zidan reaksiyaga kirishish qobiliyatiga ega bo'lgan oligomerlar ham reaktoplastlar guruhiga kiradi. Fenolformaldegidlar, mochevinformaldegidlar, poliefirlar va epoksid qatronlari va boshqalar reaktoplastlardir. SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, hozirgi paytda monomerlardan va reaksiyaga kirishish qobiliyatiga ega bo'lgan oligomerlardan yarimmahsulotlar (polufabrikatlar) olish bosqichini o'tmay, kimyoviy shakl berish usullari yordamida buyum olish texnologik jarayonlari rivojlanib bormoqda. Ushbu usul bilan allil monomerlariga, to'yinmagan poliefir qatronlariga, uretan hosil qiluvchi monomerlarga ishlov berilib, polimer materiallari ishlab chiqariladi. Kimyoviy shakl berish usullaridan foydalanib, poliamid, poliuretan va akril qatronlaridan buyum olish mumkin.

Reaktoplastlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlash texnologik jarayonlari termoplastlarni qayta ishlash texnologik jarayonlaridan deyarli farq qilmaydi. Reaktoplastlarning kimyoviy tarkibi, tizimi va olinadigan buyumga quyiladigan talablardan kelib chiqqan holda, assosiy texnologik ko'rsatkichlar (P , T , v , t) va bosim ostida quyish rejimi tanlab olinadi.

Ammo reaktoplastlarni bu usulda qayta ishlashning o'ziga xos quyidagi xususiyatlari bor.

1. Reaktoplastlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlashda haroratning o'zgarib turishiga yo'l qo'yilmaydi. CHunki agar materialni plastikatsiyalash (suyuqlantirish) harorati maqbul qayta ishlash haroratidan oshib ketsa, qolip to'lmasdan, material qotib qolishi mumkin. Agar harorat plastikatsiyalash haroratidan past bo'lsa, reaktoplastning suyuqlanishi uzoqqa cho'zilib, u kerakli qovushqoqlikka ega bo'lmasdan qotib qolishi mumkin. Bunday holatda yuqori qovushqoq suyuqlanmani qolipga siqib chiqarish uchun mashinaning purkab berish bosimi etarli bo'la olmaydi.

2. Ko'pgina termoplastlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlashda quyish qolipi oldindan qizdirilmaydi, ya'ni suyuqlanma sovutiladigan qolipga purkab beriladi. Aksincha, reaktoplastlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlashda material qizdiriladigan qolipga beriladi. Misol tariqasida quyidagi 9.5 - jadvalda reaktoplastlarni bosim ostida quyish usulida bir chervyakli mashinalarda qayta ishlashning bosim va haroratlari ko'rsatilgan.

Reaktoplastlarni bosim ostida quyish usulida bir chervyakli mashinalarda qayta ishlashning bosim va haroratlari.

Biriktiruvchi polimer	To'ldirgich	Silindr T, °C		Soplo T, °C	Soplodan chiqishda suyuqlanma T, °C	Purkash R, MPa	Qolip T, °C
		Kirishda	CHiqishda				
Fenolo – formaldegid	YOg'och	60 – 70	85 – 100	85–100	110–120	60 –	160 –
	uni	60 – 70	95	105	110–115	120	180
	Asbest	60 – 70	95	105	120	120–	170 –
	Kauchuk					150	185
						60 –	160–180
						120	
Mochevino – formaldegid	YOg'och uni	55 – 65	85 – 100	100–110	115–120	70 –	150 –
						130	165
Melamino – formaldegid	YOg'och	55 – 65	90 – 100	100–	115–120	70–120	150 –
	uni	50 – 60	80 – 90	110	100–115	100–	165
	Asbest			90 –		160	160–170
				100			
Poliefir	SHishatol a Asbest	60 – 80	60 – 80	60 – 80	70 – 90	90 –	170 –
						120	190

Izoh: Kompozitsiyalarni plastikatsiyalash bosimi 30 MPa dan oshmaydi. SHnekning aylanish chastotasi 30 ayl/daq ni tashkil etadi. Injeksion silindrda materialni turish vaqti (20 – 40) s ni tashkil etadi.

Jadvaldagi natijalardan quyidagi xulosalarni chiqarish mumkin. Birinchidan, reaktoplastlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlashda injeksion silindr va undan suyuqlanmani chiqish haroratlari oshirilib boriladi. Ikkinchidan, kompozitsiyaning kimyoviy tarkibi va tizimiga qarab, qolipning harorati 150 – 190) °C ni tashkil etishi mumkin. Hol buki, termoplastlarni quyish qolipining harorati (20 – 75) °C atrofida bo'ladi.

3.Reaktoplastlarni chervyakli mashinalarda qayta ishlash – eng samarali va tejamli qayta ishlash vositasi bo'lib, ular materialni yaxshi plastikatsiyalash va buyumni qolipda tez qotirish imkonini beradi. Bunda tayyor buyumda tob tashlashlar yoki qiyshayishlar kuzatilmaydi. Bundan tashqari, chervyakli mashinalarda yuzasi katta, buyum devorining qalinligi har xil va massasi 2 – 3 kg ni tashkil etgan buyumlar olish mumkin. Olinadigan buyumlarning fizik – mexanik xossalari boshqa usullarda olingan buyumlarning xossalariidan qolishmaydi.

4. Reaktoplastlarni porshenli mashinalarda ham qayta ishlash mumkin. Ularda injeksion silindrning tashqi devorlarida o'rnatilgan elektr qizdirgichlardan beriladigan issiqlik hisobiga material plastikatsiyalanadi.

Ammo, bunda material bir tekis isimaydi va suyuqlanmaning gomogenlanishi qiyinlashadi. SHuning uchun reaktoplastlarni porshenli quyish mashinalarida qayta ishlashning yangi usuli – oqimli shakllanish usuli ishlab chiqilgan. Bu usulda plastikatsiyalangan reaktoplast qolipga qizdirilgan soplo orqali siqib chiqariladi. Natijada material tez isib, katta tezlik bilan qolipni to'ldiradi. Purkash oxiriga etganda, silindrda bosim pasayadi, soplo esa sovutiladi. Bu usul qisqa vaqt ichida qovushqoqligi past reaktoplast suyuqlanmasini hosil qilish va yupqa armaturali kichik quyma buyumlar olish imkonini beradi.

Polietilentereftalat (PETF) olish uchun asosiy xom-ashyo dimetilftalat va etilenglikol hisoblanadi. PETF lavsan nomi bilan ham yuritiladi. U oddiy eritgichlarda erimaydi, ammo fenolda, difenilda, konsentrlangan sulfat kislotasida, μ -krezolda va boshqa organik eritgichlarda yaxshi eriydi. Uning o'rtacha molekulyar massasi 15000-30000 ni tashkil etadi. Uning suyuqlanish harorati 255°C ga teng. U qattiq holatda amorf va kristall tizimga ega. Uning zichligi 1400 kg/m^3 ga, orientirlangan pardalarining cho'zilishda parchalanish kuchlanishi 120-190 MPa ga, cho'zilishda parchalanish nisbiy deformatsiyasi 70-130 % ga, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti $0,15\text{ kJ/(m}^{\circ}\text{C)}$ ga tengdir. U turli suyultirilgan ishqorlar va oksidlovchi agentlar ta'sirida, sulfat, azot va xlorid kislotalardan tashqari ko'pgina kislotalar ta'sirida chidamli hisoblanadi. SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, PETF asosan ekstruziyalash usulida qayta ishlanadi. PETF dan tiniq pardalar ishlab chiqariladi va ular turli maqsadlarda sanoat inshootlarida, issiqxonalarda shisha o'rnida ishlatiladi. PE pardalariga nisbatan PETF pardalarining mexanik mustahkamligi 10 marotaba kattadir.

Poliformaldegid va pentaplast, ularning tizimi, asosiy xossalari, qayta ishlanishi va qo'llanish sohalari.

1847 yili shved olimi Berselius glitserinni vino kislotasiga ta'sirlantirib poliefir polimerini olishga erishgan edi. 1920 yilga kelib poliefirlarni sanoat miqyosida ishlab chiqarilishi AQSH da, Angliyada va Olmoniyada yo'lga qo'yildi.

SHuni alohida eslatib o'tish kerakki, zanjirining tuzilishiga qarab, poliefir zanjirlari 2 guruhlariga bo'linadi: oddiy poliefir zanjirlari, ya'ni tarkibida oddiy efir bog'lari (-S-O-S-) saqlangan poliefirlar; murakkab poliefir zanjirlari, ya'ni tarkibida murakkab -SO-O- bog'lari saqlangan poliefirlar. Bundan tashqari, poliefirlar karbozanjirli (ularda efir guruhleri yondosh zanjirlarda joylashgan bo'ladi) va geterozanjirli (ya'ni ularda efir guruhleri makromolekulaning asosiy zanjirida joylashgan bo'ladi) guruhlariga bo'linadi. O'z navbatida, geterozanjirli poliefirlar 3 guruhlariga bo'linadi.

1. Alifatik bo'g'inli poliefirlar.
2. Aromatik bo'g'inli poliefirlar.
3. Geterotsiklik bo'g'inli poliefirlar.

Poliformaldegid (PF) va pentaplast oddiy poliefirlar guruhiga mansub bo'lgan polimerlar hisoblanadilar. Odatda, poliformaldegid polioksimetilen nomi bilan yuritiladi. Xlorlangan poliefirlarga, pentaplast deb ataladi.

SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, sanoat miqyosida 2 xil poliformaldegid ishlab chiqariladi.

1. SFD markali poliformaldegid. U formaldegid asosida ishlab chiqariladi.
2. STD markali poliformaldegid. U trioksan asosida ishlab chiqariladi, molekulyar massasi esa 30000-120000 ni tashkil etishi mumkin.

Poliformaldegid oq rangli kukun bo'lib, qayta ishlangandan so'ng, fil suyagining rangini oladi. U termoplastlar guruhiga mansub bo'lgan kristallik darajasi yuqori polimer hisoblanadi. U turli ranglarga yaxshi bo'yaladi. U nihoyatda bikr material sanaladi va 120 °C da ham elastiklik moduli katta. PF eyilishga chidamli bo'lib, shu xususiyati bo'yicha PA lardan keyin, 2-o'rinni egallaydi. Ishqalanish koeffitsienti (po'latga ishqalaganda) 0,3-0,4 ga teng bo'lishi mumkin. Quydagi jadvalda poliformaldegid va pentaplastning asosiy xossalari keltirilgan.

Poliformaldegid va pentaplastning asosiy xossalari

Ko'rsatgichlar	Poliformaldegid	Pentaplast
Zichligi, kg/m ³	1400	1400
CHO'zilishda parchalanish kuchlanishi, Mpa	65-70	42
CHO'zilishda parchalanish nisbiy deformatsiyasi, %	20-40	35-100
Siqilishda parchalanish kuchlanishi, MPa	145	85
Egilishda parchalanish kuchlanishi, Mpa	125	73-77
Elastiklik moduli, MPa:		
CHO'zilishda	4200	1120
Egilishda	3500	1400
CHiziqli kengayish koeffitsienti 1 °C da	8,1·10 ⁻⁵	(7,8-8,0) ·10 ⁻⁵
Vika bo'yicha issiqqa chidamliligi, °C	160-170	160-170
Suyuqlanish harorati, °C	170-180	180
24 soatda suv shimilishi, %	0,2	0,02
Zarba qovushqoqligi, kJ/m ²	75-130	40-80
Brinell bo'yicha qattiqligi, MPa	200-250	80-110

SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, PF eritgichlar va yog'lar ta'siriga chidamli bo'lib, anorganik kislotalar, ishqorlar va ularning konsentrlangan eritmalari ta'sirida parchalanadi. Uni ekstruziyalash, bosim ostida quyish va presslash usullarida qayta ishlash mumkin. Buning uchun bir chervyakli

ekstruderlardan qo'llaniladi. Qayta ishlash harorati 170-190 °C ni tashkil etishi mumkin. Buyumni qolipda tez sovutish yo'li bilan sifatli, ishga chidamli va mustahkam buyumlar olinadi. PF ni bosim ostida quyishda press-qolipning harorati 100-120 °C, suyuqlanmaning harorati 190-208 °C ni tashkil etishi mumkin. Suyuqlanmani press-qolipga purkab berish bosimi 45 MPa ga teng bo'lishi mumkin. PF ni presslash jarayonida presslash harorati 175-180 °C, presslash bosimi 20-25 MPa, buyum qalinligining har 1 mm uchun qolipda buyumni saqlash davomiyligi (vaqti) 60-90 soniyani tashkil etishi mumkin. PF dan qurilish sanoatida quvurlar, issiq va sovuq suv ta'minotida sanitar-texnik armaturalar, shuningdek parda va varaqalar ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Pentaplast ham PF ga o'xshagan oddiy poliefirlar turlaridan biri bo'lib, termoplastlar guruhiga mansubdir. Uning tarkibida 45,5 % xlor bor. U yaxshi mexanik va dielektrik xossalarga ega bo'lib, boshqa termoplastlarga nisbatan issiqqa chidamliligi va kimyoviy muhitlarda fizik-kimyoviy chidamliligining yuqoriligi bilan ajralib turadi. U kimyoviy chidamliligi bo'yicha ftoroplastlar va vinilxlorid hamda stirol polimerlari orasidagi mavqeni ishg'ol etadi. Pentaplastning molekulyar massasi 25000-100000 ga teng bo'lishi mumkin. U yuqori (100 °C da va undan yuqori) haroratlarda suvda va kimyoviy muhitlarda chidamliligi yuqori, kuchsiz nordon va ishqoriy muhitlarda gidrolizlanishga chidamli polimerdir. Pentaplast 190-240 °C da bosim ostida quyish usulida qayta ishlanadi. Ekstruziyalash usulida esa kallakdagi harorat 220-240 °C atrofida bo'lganda qayta ishlanadi. Presslash usulida esa press-qolipning harorati 170-210 °C va presslash bosimi 15 MPa da qayta ishlanadi. Pentaplastdan korroziyaga chidamli quvurlar, sanitar-texnik armaturalar, parda va varaqalar, himoyalovchi qoplamalar ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi.

2.1.6. PLASTMASSALAR TARKIBI VA HAR BIR KOMPONENTNING VAZIFALARI.

Agregat holatidan qat'i nazar, barcha moddalar gazsimon, suyuq va qattiq holatda polimer tarkibiga kiritilishi mumkin. Bu bilan polimerlar boshqa materiallar (metallar, sopol va b.) dan keskin farq qiladi. Polimer materiali tarkibiga kiritiladigan asosiy qo'shimcha moddalar (ingredientlar) guruhiga quyidagilar kiradi.

1. To'ldirgichlar.
2. Plastifikatorlar.
3. Barqarorlashtiruvchi moddalar (stabilizatorlar).
4. Bo'yatgichlar (ranglovchi moddalar).
5. Tikuvchi agentlar.
6. Vulqonlanuvchi agentlar.
7. Qotirgichlar (qotiruvchi moddalar).
8. Tizim hosil qiluvchi moddalar.
9. G'ovak hosil qiluvchi moddalar.
10. Antipirenlar.
11. Antistatiklar.
12. Antimikroblar.

Polimer materialidan buyum olish uchun undan "toza" shaklda kam qo'laniladi. Buning asosiy sabablari shundan iboratki, birinchidan, polimerning issiqqa chidamliligi past, ikkinchidan, qovushqoqlik koeffitsienti quyi molekulyar birikmalarga nisbatan nihoyatda yuqori. SHuning uchun texnologik, fizik – mexanik hamda fizik – kimyoviy xossalarini yaxshilash, ishga chidamliligini oshirish va mahsulot narxini pasaytirish maqsadida polimer tarkibiga boshqa polimerlar yoki nopolimer materiallar (masalan, to'ldirgichlar, barqarorlashtiruvchi moddalar, antistatiklar, ranglovchi moddalar, yumshatuvchi moddalar va b.) kiritiladi. Termoplastlar yoki reaktoplastlar asosida olingan kompozitsion materiallar (kompozitlar) ga, plastik massalar yoki qisqacha plastmassalar deb ataladi. Kauchuklar asosida olingan kompozitlarga, rezina qorishmalari deyiladi.

Metallar, sopol va boshqa konstruksion materiallarga qaraganda polimerlar quyidagi afzalliklarga ega.

1. Plastmassalarning zichligi $0,9 - 2,2 \text{ g/sm}^3$ atrofida bo'lib, ular alyuminiyga nisbatan 2 marotaba, po'lat, mis va qo'rg'oshinga nisbatan 5 – 7 marotaba engildir. Plastmassalarning shunday turlari ham borki, ular g'ovakplastlar va ko'pikplastlar deb ataladi. Ularning hajmiy massasi $0,02 - 0,1 \text{ g/sm}^3$ atrofida bo'lib, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti $0,039 \text{ Vt/(m.K)}$ ni tashkil etadi.

2. Plastmassa buyumlarining mexanik mustahkamligi metallarning mustahkamligidan ancha kichikdir. Ammo ularning solishtirma mustahkamligi (ya'ni, mustahkamligining zichligiga nisbati) ba'zi bir po'lat buyumlarnikiga nisbatan yuqoridir. Quyidagi 1.3 - jadvalda shishaplastlar, yog'och – qatlamli plastiklar va yuqori sifatli po'lat buyumlarning zichligi, mexanik mustahkamligi va solishtirma mustahkamligi keltirilgan.

3. Ma'lumki, ko'pgina metall va po'lat buyumlari namlik, suv, bug', ishqor, tuz va kislotalarning suvli eritmalarida chidamli emas: ular ushbu muhitlarda tez zanglaydi (ya'ni, korroziyaga uchraydi) va shuning uchun ulardan foydalanish muhlati uncha uzoq emas. Ammo PE, PP, PMMA, PVX, ftroplast (teflon) va ular asosida olingan kompozitsion materiallar nafaqat suvli muhitlarda, balki uglevodorodlar, ishqor, tuz va kislotalar muhitida yuqori kimyoviy chidamlikka ega. Ular gidrofob materiallar bo'lib, namlikni o'ziga shimib olmaydi va kimyoviy tajovuzkor muhitlarda yuqori chidamlikka ega ekanliklari bilan boshqa konstruksion materiallardan aynan mana shu xossalari tufayli ajralib turadi.

Polimer va uning tarkibidagi komponentlarning texnologik xossalarini aniqlash va ularning mohiyati.

Polimer va uning tarkibiga kiruvchi komponentlarning asosiy texnologik xossalarini quyidagi ko'rsatgichlar ifodalaydi.

1. Materialning granulometrik tarkibi va tabiiy qiyalik burchagi.
2. Polimer materialining disperslik darajasi.
3. Materialning sochiluvchanligi.
4. To'kmaning zichligi .
5. Materialning solishtirma hajmi .
6. Zichlanish ko'effitsienti.
7. Hajmiy massa.

Malumki, kukunsimon va granulalangan polimer materiallari turli shakl va o'lchamlarga ega bo'lgan zarrachalardan tarkib topgandir. Zarrachalarning umumiy miqdoridan malum o'lchamga ega bo'lgan zarrachalar miqdorini hisoblash uchun ularning ulushiga qarab, taqsimlanish egri chizig'i (yani, gistogrammasi) chiziladi. Boshqacha qilib aytganda, granulometrik tarkibni aniqlash zarrachalarning o'lchamiga qarab, taqsimlanishini hisoblash uchun kerak bo'ladi. Tabiiy qiyalik burchagi deganda, gorizontal sirt va erkin to'kilgan materialning sirti orasidagi o'tkir burchak tushuniladi. SHuni alohida takidlash kerakki "polimer materialining granulometrik tarkibi" tushunchasi "materialning dirsperslik darajasi" tushunchasi bilan bir manoda tushuniladi. Material tarkibida turli o'lchamlarga ega bo'lgan zarrachalarning mavjudligi uning disperslik darajasini ifodalaydi. Materialning disperslik darajasi, odatda, %lar bilan ifodalanadi va u sinash uchun olingan

materialning tarkibida malum o'lchamga ega bo'lgan zarrachalar miqdorini ifodalaydi. Materialning disperslik darajasi kichik bo'lsa, u bir jinsli hisoblanadi va uni qayta ishlab buyumga aylantirish shuncha oson bo'ladi. Masalan, polimer kukunlarining o'lchami kichik va bir xil bo'lsa, uni erituvchi suyuqliklarda eritish oson bo'ladi. Eritmadan shakllantirilgan pardalarning sifati va fizik – mexanik ko'rsatkichlari yuqori bo'ladi.

Materialning sochiluvchanligi deganda, standart konussimon varonka orqali kukunsimon yoki granulalangan polimerning vaqt davomida to'kilish qobiliyati tushuniladi.

Sochiluvchanlik S- teshigining diametri 6 mm ga teng bo'lgan bunker (varonka) dan 1 daqiqada to'kiladigan materialning massasini ifodalaydi va quyidagi formula bilan hisoblanadi (kg/daq.):

$$C = \frac{m}{t}$$

bu erda m - materialning massasi, kg; t - uni to'kish davomiyligi (vaqti), daq.

Sochiluvchanlik materialning standart konussimon varonka orqali vaqt davomida o'tishi, uning varonkadan chiqish tezligi(kg/daq), tabiiy qiyalik burchagi va boshqa kattaliklar orqali ifodalanadi. Material qanchalik donador va sochiluvchan bo'lsa, uning tabiiy qiyalik burchagi kichik bo'ladi. Sochiluvchanlik har bir zarrachaning shakli va o'lchamiga, ularning o'zaro tasirlanishi (ichki ishqalanishi) ga, to'kmaning zichligiga, namlik darajasiga, zichligiga, glanulometrik tarkibiga va boshqa ko'rsatkichlarga bog'liqdir. Kukunsimon va granulalangan materillarning sochiluvchanligi yomon bo'lsa (material uncha sochiluvchan bo'lmasa), ularni saqlashda qotib qolishi mumkin, qayta ishlash qurilmalari bunkerining devorlarida yopishib, osiliqlar hosil qiladi. Natijada qayta ishlash qurilmalarida materialni uzluksiz etkazib berish texnologik jarayonlari qiyinlashadi, ularning ishlash samaradorligi o'zgarib turadi, ekstruziyalash usuli bilan olinadigan buyumlarning qalinligi har xil bo'ladi, ekstruziyalangan pardalarda g'ijim va burmalar paydo bo'ladi, bosim ostida qo'yish va presslash usuli bilan olinadigan buyumlarning zichligi va massalari har xil bo'ladi. YAni, bunday holatlarda hajmiy meyorlash aniqligi pasayishi natijasida material behuda sarflanib, ishga yaroqsiz buyumlarning miqdori oshib ketishi mumkin. Mana shu muammolarni samarali echish, kukunsimon va granulalangan polimer materiallarining sochiluvchanligini oshirish maqsadida ular maxsus

termoshkaflarda quritiladi yoki qayta ishlashdan oldin qizdirilib olinadi. Buning uchun maxsus yuklovchi yoki to'ldiruvchi moslamalardan foydalaniladi. Bunday moslamalarda material qatlamlarda bo'linib, havosizlantiriladi, turli silkituvchi va aralashtiruvchi moslamalar yordamida kovoklanadi. Xususan, granulalangan materiallarning sochiluvchanligini oshirish uchun silkituvchi va tebranuvchi moslamalardan foydalaniladi.

Kukunsimon yoki granulalangan polimerlarning hajm birligidagi massasini ifodalovchi ko'rsatgichga, to'kmaning zichligi deyiladi va u kg/m^3 o'lchov birligida o'lchanadi.

To'kmaning zichligi X quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$X = \frac{m_c - m_0}{V}$$

bu erda m_c —diametri 25mm va balandligi 40 mm ga teng bo'lgan silindr va unga erkin solingan materialning birgalikdagi massasi,kg;
 m_0 - bo'sh silindrning massasi, kg; V - silindr bo'shlig'ining hajmi, m^3 .

To'kmaning zichligini aniqlangandan keyin, silindr tebranuvchi moslamaga mahkamlanadi va unda polimer kukunlari 15 daqiqa zichlantiriladi. Zichlantirilgan kukunlarning zichligi Y quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$Y = \frac{m_y - m_0}{V}$$

bu erda m_u - silindrning zichlantirilgan material bilan birgalikdagi massasi, kg.

SHuni alohida takidlash kerakki, sochiluvchan materiallarning to'kma zichligi har bir zarracha yoki granulaning shakli va o'lchamlariga, zichligiga, granulometrik tarkibiga, namligiga, yuzalaridagi g'adir-budurligiga va boshqa omillarga bog'liq bo'ladi. Agar kukunsimon yoki granulalangan materiallarning to'kma zichligi past bo'lsa (masalan, $200 - 400 \text{ kg/m}^3$ atrofida bo'lsa), ularning sochiluvchanligi ham past bo'ladi. Bunday materiallarni hajmiy meyorlash (dozalash) paytida meyorlash aniqligi pasayib, uni qayta ishlash rejimi buzilishi mumkin. Xususan, qayta ishlash qurilmalari (presslar, valikli qurilmalar, ekstruderlar) ning ishlash samaradorligi pasayadi va solishtirma energiya sarfi oshib ketadi. Bu esa, olinadigan buyum narxiga o'z tasirini ko'rsatadi. CHunki bu materiallarni zichlantirish va qayta ishlashda ortiqcha energiya va vaqt sarflanadi. Natijada material ortiqcha isroflanib, ishga yaroqsiz buyumlarning miqdori (texnologik chiqindilar miqdori) oshib ketadi. Materialning to'kma zichligini aniqlashning ahamiyati shundan iboratki, u pressqolip hajmini, qurilma bunkerining hajmini, materialni saqlash va bir joydan ikkinchi joyga uzatish sig'imlarini aniqlashga katta yordam beradi. To'kma zichligini aniqlash- texnologik jarayonlarni uzluksiz kechishini

taminlaydi, material va energiyani behuda sarflanishini oldini olishga va chiqindilar miqdorini kamaytirishga yordam beradi. To'kma zichligi past bo'lgan kukunsimon yoki tolali materiallarni qayta ishlashdan oldin, ular qizdirilmasdan yoki qizdirish yo'li bilan presslar yordamida zichlantiriladi. Natijada material tarkibidan havo yoki uchuvchan moddalar chetlashtiriladi. Materialni zichlantirish uchun sirti silliq yoki tishli barabanlardan yoki qayta ishlash qurilmasi bunkerida joylashtirilgan shnekli zichlantirgichlardan qo'llaniladi. To'kmaning zichligiga teskari bo'lgan kattalikka, materialning solishtirma hajmi deb ataladi va u m^3/kg o'lchov birligida o'lchanadi. Boshqacha qilib aytganda, material egallangan hajmining massasiga nisbati, uning solishtirma hajmini ifodalaydi:

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

bu erda m - kukunsimon materialning massasi, kg; 200 - maxsus silindrning hajmi, m^3 .

SHuni alohida takidlash kerakki, materialning solishtirma hajmi qanchalik kichik bo'lsa, to'kmaning zichligi shunchalik yuqori bo'ladi, undan sifatli buyum olish qulay va uni qayta ishlash oson bo'ladi. Zichlanish koeffitsienti (K) qoliplash va presslash paytida qoliplanadigan material hajmining o'zgarishini ifodalaydi va u quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$K = \frac{\rho_c}{\rho_T}$$

bu erda ρ_c - suyuqlanmaning zichligi, kg/m^3 ; ρ_t - materialning to'kma zichligi, kg/m^3 .

Kukunsimon, tolali va granulalangan materiallarni pressqoliplarda qayta ishlash uchun ularning zichlanish koeffitsientlarini aniqlash katta amaliy ahamiyatga ega. Pressqoliplarning yuklash hajmini hisoblash uchun materialning zichlanish koeffitsientidan qo'llaniladi. Odatda, kattiq polimer materialni suyuqlanma holatiga o'tganda, uning hajmi kamayadi. Materialni ekstruziyalash yoki bosim ostida quyish paytida shnekning meyorlash mintaqasi suyuqlanma bilan doimiy (uzluksiz) ravishda to'lib turishi uchun yuklash mintaqasining hajmi meyorlash mintaqasi hajmiga nisbatan kattaroq bo'ladi. Mana shu hajmlarning o'zaro nisbati zichlanish koeffitsienti (K) orqali aniqlanadi. Ammo shnek o'lchamlarini hisoblash uchun zichlanish koeffitsientidan 1,5 marotaba katta bo'lgan siqilish koeffitsienti yoki darajasi (K_s) dan qo'llaniladi.

$$K_c = 1,5 K = 1,5 \frac{\rho_c}{\rho}$$

Siqilish koeffitsienti yoki darajasi (K_s) siqilish mintaqasida paydo bo‘ladigan havo yoki uchuvchan moddalarini chetlashtirish maqsadida kuchlarni zaxiralash uchun va suyuqlanmani yanada zichlantirish uchun kerak bo‘ladi.

Siqilish koeffitsienti yoki darajasi bosimga, zarrachalarning shakli (kukunsimon, granula, kub, biser va h.) ga bog‘liq bo‘lib u 2,7- 4,7 atrofida o‘zgarishi mumkin. G‘ovak polimer materiallari uchun ularning hajmiy massasini aniqlash katta amaliy ahamiyatga ega. G‘ovak polimerlar va ko‘pikli plastiklar, odatda, havo yoki gaz bilan to‘ldirilgan bo‘ladi. Ularning hajmiy massasini aniqlash uchun namuna massasi analitik tarozida aniq o‘lchanadi, uning hajmi esa, mikrometr yoki shtangensirkul yordamida chiziqli o‘lchamlarni o‘lchash yo‘li bilan hisoblanadi.

Materialning hajmiy massasi quyidagi formula bilan hisoblanadi (kg/m^3):

$$\gamma = \frac{m}{v}$$

bu erda m - namunaning massasi, kg; v - namunaning hajmi.

2.1.7. PLASTMASSALARDAN ZAMONAVIY USULLAR ORQALI BUYUM OLISHDA POLIMERLARNING FIZIK VA MEXANIK XOSSALARINING TA’SIRI VA AHAMIYATI.

Polimerlar va polimerlarning texnologik xossalari deganda, nafaqat ularning shakllanish qobiliyatlari, balki saqlashdagi holatlari, bir joydan ikkinchi joyga uzatish holatlari, me’yorlash, kompozitsiya tarkibiga kiruvchi komponentlarni quritish, aralashtirish, granulalash, tabletkalash va boshqa yordamchi hamda tayyorlov bosqichlari va texnologik jarayonlarning majmui tushuniladi.

Polimerlarni qayta ishlash jarayonlarini ifodalovchi xossalarga, ularning texnologik xossalari deb ataladi. Ularning asosiy texnologik xossalariga quyidagi xossalar kiradi.

1. Polimerlarning reologik xossalari. Ular, o‘z navbatida, quyidagi 3 guruhlariga bo‘linadi:

- qovushqoqlik xossalari;
- yuqori elastiklik xossalari;
- relaksatsion xossalari.

2. Polimerlarning destruksiya barqarorlik xossalari.

3. Polimerlarning issiqlik fizik xossalari.

4. Qattiq sochiluvchan materiallarning fizik tavsifnomalari.

5. Polimer material tarkibidagi begona moddalar.

6. Polimerlarning namlik darajalari.

Texnologik xossalarni attestatsiya qilish deganda, bir qator birlamchi standartlashtirilgan turli guruh xossalarni ifodalovchi ko‘rsatgichlarni aniqlash tushuniladi. Ushbu ko‘rsatgichlar samarali qayta ishlash usullarni tanlab olishga, buyumni qulay rejimlarda shakllantirishga va boshqa masalalarni echishda katta yordam beradi. Texnologik xossalarni tadqiq etish tushunchasi esa, attestatsiyaga nisbatan keng ma’noga ega. Texnologik xossalarni tadqiq etish faqatgina u yoki bu ko‘rsatgichlarni o‘lchash yoki hisoblashdan iborat emas, balki ularni texnologik xossalarga bog‘liqligini aniqlashdan, materiallarning turli xossalarini shakllanish jarayonlarning ko‘rsatgichlari bilan va qayta ishlash ko‘rsatgichlari bilan o‘zaro bog‘liqligini aniqlashdan iborat. Attestatsiya va texnologik xossalar orasida bog‘liqlik mavjud. SHuni ham yodda tutish kerakki, polimer xom – ashyosini qayta ishlashda attestatsiyadan o‘tkazish natijalari ishlab chiqarish korxonasida mahsulotning pasportiga kiritiladi. Darhaqiqat, “texnologik xossa” atamasi serqirra tushuncha bo‘lib, u polimerlar va ular asosida olingan kompozitsiyalarning bir qator ko‘rsatgichlarini ifodalaydi. Bu ko‘rsatgichlar tadqiq etish muammolariga, texnologik va konstruktorlik muammolariga bog‘liqdir. SHuning uchun ushbu atama turli ma’nolarga ega. Masalan, muhandis – texnolog “texnologik xossa” deb, kukunsimon yoki granulalangan xom – ashyolarni zavodda mavjud bo‘lgan sanoat ishlab chiqarish qurilmalari yordamida qayta ishlash, ularni yarim mahsulotga yoki

buyumga aylantirish qobiliyatlarini tushunadi. Agar polimer material zavoddagi me'yoriy hujjatlar (masalan, davlat standarti, tarmoq standarti, texnik shartlar va boshqa me'yoriy hujjatlar) talablariga mos kelsa, u texnologik material hisoblanadi va "yaxshi xom – ashyo" sifatida qabul qilinadi. Ammo qayta ishlovchi texnolog – tadqiqotchilar "texnologik xossa" atamasiga boshqacha qaraydilar. Ularning fikricha, materiallarning texnologik xossalari shunday xossalarni kiritish kerakki, ular qayta ishlash usullari (ekstruziyalash, presslash, bosim ostida quyish, kalandrlash va b.) ni tanlab olishga yordam beradi, uning maqbul haroratlarda va kuch – tezlik rejamida shakllantirishga tayyorlash imkoniyatlarini belgilaydi, buyumning maksimal ekspluatatsion tavsifnomalariga erishishga yordam beradi, yarim mahsulotlar (parda, varaqalar, tasma va lentalar) ni issiqlik ta'sirida shakllantirish, ularni shtamplash, payvandlash va boshqa usullar yordamida oxirgi buyumga aylanish qobiliyatini ta'minlashga yordam beradi. Loyihalanuvchi va qayta ishlash qurilmalarini hisoblab chiquvchi mutaxassislar uchun esa, materialning asosiy ko'rsatgichlari va ularning o'zgarish chegaralari kabi natijalarni bilib olish nihoyatda ahamiyatlidir. Bunday natijalar matematik modelni va hisoblash tartibini, mashinaning ish organlari konstruksiyasini hisoblash, unda shakllantirish davrlari hamda bosqichlarini hisoblab chiqish uchun nihoyatda zarurdir. Fundamental fanlar (polimerlar fizikasi, kimyosi, mexanikasi va reologiyasi) sohalarida faoliyat ko'rsatib kelayotgan olimlarni esa, qayta ishlanadigan materialning asosiy tavsifnomalari (molekulyar massalari, molekulyar massa taqsimoti, tizim xossalari) orasidagi bog'liqliklar qiziqtiradi. Polimerlarning ko'pgina xossalari (masalan, Nyuton suyuqliklari qovushqoqligining eng katta qiymati, polimer suyuqlanmasining yuqori elastikligi), ularning molekulyar massasiga bog'liq bo'lib, ular ham ilmiy va ham amaliy ahamiyatga egalar.

Polimerning bir holatdan ikkinchi holatga fazaviy va relaksatsion o'tish haroratlari, uning kristallanish qobiliyati, issiqlik fizik ko'rsatgichlari (haroratga chidamliligi), uning tabiatiga bog'liq bo'lib, ularni tajribada aniqlash qayta ishlash jarayonlarni to'g'ri amalga oshirish uchun katta ahamiyatga ega.

Polimerlarning reologik xossalari.

"Reologiya" – yunon tilidan olingan bo'lib, "reo" – "oqish", "logos" – "fan", "ta'limot" demakdir.

Polimerlar reologiyasi qattiq polimerlardan tortib, to ularning eritmali va suyuqlanmalarigacha, ya'ni polimerlar sistemasining barcha turlari va fizik holatlarini qamrab olgan fandir. Polimerlar reologiyasining asosiy vazifasi – kuchlanishlar, deformatsiyalar va ularning vaqt davomida o'zgarishi orasidagi bog'liqliklarni aniqlashdan iborat. Aslida, reologiya oquvchan sistemalar uchun xosdir. Polimerning reologik xossalari uning qattiq va suyuq agregat holatlaridagi deformatsiyalanishini ifodalaydi. Odatda, polimer material qayta ishlanib, qovushqoq – oquvchan yoki yuqori elastik holatga keltiriladi va unga kerakli shakl berilib, sovutiladi yoki qotiriladi. Mana shu yo'llar bilan buyum shakllanadi. Bunday holatlarda reologik xossalar materialni qayta ishlash usulini tanlab olishda, mashina va qurilmalar konstruksiyasini hamda texnologik jarayonlarni ifodalovchi

ko'rsatgichlarni hisoblashda, buyumning maqbul shakllanish jarayonlarini jadallashtirishda katta amaliy ahamiyatga ega.

Agar qattiq jismga tashqi kuch ta'sir etsa, u albatta, deformatsiyalanadi. Jismga ta'sir etuvchi cho'zilish kuchlanishi σ va jismning nisbiy deformatsiyasi ε orasidagi bog'liqlikni Guk qonuni ifodalaydi:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

bu erda E – jismning elastiklik moduli (YUng moduli).

Agar jism yuqori elastik holatda bo'lsa, unda jismga ta'sir etuvchi urinma kuchlanish τ va siljish deformatsiyasining tezligi $\dot{\gamma}$ orasidagi bog'liqlikni Nyuton qonuni ifodalaydi:

$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma}$$

bu erda η – polimer eritmasi yoki suyuqlanmasining qovushqoqligi.

Demak, hududiy holatning reologik tenglamalari deganda, Guk va Nyuton qonunlarini ifodalovchi tenglamalar tushuniladi.

Polimerlarning reologik xossalarini 3 guruhga bo'lish mumkin.

1. Polimer materialining qovushqoqlik xossalari. Bu xossalar materialning qovushqoq – oquvchan jarayonlarini va mexanizmini belgilaydi. YA'ni, materialda yuz beradigan qaytmas (plastik) deformatsiyalarning rivojlanishini va unga kerakli shakl berish imkoniyatlarini belgilab beradi.

2. Polimer materialining yuqori elastiklik xossalari. Bu xossalar oqish jarayonida materialda yuz beradigan qaytuvchan deformatsiyalarning yig'ilishi va rivojlanish qobiliyatini belgilab beradi.

3. Polimer materialining relaksatsion xossalari. Bu xossalar urinma τ va normal σ kuchlanishlarning relaksatsiya (bo'shashish) jarayonlarini, yuqori elastik deformatsiyalarni, makromolekulyar zanjirlarning tashqi kuch ta'sirida orientirlanishini va boshqa jarayonlarni belgilab beradi.

Materialni qayta ishlash paytida, u turli deformatsiyalar (siljish, siqilish, cho'zilish va h.) ga uchraydi. Oddiy va murakkab siljish paytida, shuningdek, polimerlarning qattiq va suyuq (eritilgan yoki suyuqlantirilgan) holatlarida, ushbu reologik xossalar bir vaqtning o'zida birgalikda namoyon bo'lishi mumkin.

Materialning kimyoviy tarkibi, tizimi, fizik – kimyoviy, fizik – mexanik xossalari, xususan, polimer eritmalari va suyuqlanmalarini cho'zilishda yuz beradigan ba'zi bir jarayonlar (masalan, molekulyar massasining o'zgarishi, molekulyar massa taqsimotning har xil bo'lishi, makromolekulyar zanjirlarning tizimlanishi (ya'ni, ular orasida kimyoviy bog'larning paydo bo'lishi) yoki, aksincha, ularning parchalanishi (destruksiya jarayonlarning kuchayishi) kabi hodisalar reologik xossalariga kuchli ta'sir ko'rsatilishi mumkin.

Polimerlarning issiqlik fizik xossalari va destruksiyanishi.

Ma'lumki, polimer materialini qayta ishlashda harorat ta'sirida u hajmini kengaytiradi (kengayadi), sovutishda esa, torayadi (siqiladi). Materialning issiqlik

o'tkazuvchanlik koeffitsienti, harorat o'tkazuvchanlik koeffitsienti, solishtirma issiqlik sig'imi va boshqa ko'rsatgichlar orqali uni qizdirish va sovutish imkoniyatlari aniqlanadi.

Polimer materialining issiqlik fizik xossalari ularda kechadigan termomexanik va tizimli o'zgarishlar (agregat, fizik va fazaviy holatlar va o'tishlar, masalan, suyuqlanish, shishalanish va kristallanish jarayonlar) ni ifodalaydi.

Polimerlarning issiqlik fizik xossalariga quyidagi xossalari kiradi.

1. Polimerlarning harorat o'tkazuvchanligi.
2. Polimerlarning issiqlik ta'sirida kengayishi.
3. Polimerlarning issiqlik sig'imi.
4. Polimerlarning issiqlik o'tkazuvchanligi.

O'zgaruvchan (nostatsionar) haroratlar sharoitida issiqlik oqimi ta'sirida haroratning tarqalish tezligiga, harorat o'tkazuvchanlik deyiladi. Harorat o'tkazuvchanlik polimerning issiqlik o'tkazuvchanligiga to'g'ri proporsional bo'lib, zichligi va solishtirma issiqlik sig'imiga teskari proporsionaldir. Polimerning harorat o'tkazuvchanligi quyidagi formula bilan aniqlanadi (m^2/s):

$$\alpha = \frac{\lambda}{C_p \cdot \rho}$$

bu erda λ - polimerning issiqlik o'tkazuvchanligi;

C_p - o'zgarmas bosimda solishtirma issiqlik sig'imi;

ρ - polimerning zichligi.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, metallar va ular asosida olingan qotishmalarga nisbatan polimerlarning harorat o'tkazuvchanligi nihoyatda kichikdir. Masalan, poliizopren va polietilenoksidning harorat o'tgazuvchanligi $0,90 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ ga teng. Harorat o'tkazuvchanlik polistirol uchun $0,99 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, polidimetilsiloksan uchun $1,08 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, organik shisha (polimetilmetakrilat) uchun $1,19 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, polivinilxlorid uchun $1,21 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, va zichligi past polietilen uchun $1,40 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ ni tashkil etadi. Harorat oshishi bilan shishasimon amorf polimerlar va kristall tizimga ega bo'lgan polimerlarning harorat o'tkazuvchanligi pasayib boradi. Harorat polimernig suyuqlanish haroratiga tenglashganda esa kristall polimerlarning harorat o'tkazuvchanligi eng kichik qiymatiga erishadi. Harorat yumshayish haroratiga tenglashganda, amorf shishasimon polimerlarning harorat o'tkazuvchanligi keskin pasayadi. SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, polimer suyuqlanmalarining harorat o'tkazuvchanligi haroratga bog'liq emas. Bundan tashqari, polimerning molekulyar massasi va kristallik darajasi uning harorat o'tkazuvchanligiga kuchli ta'sir ko'rsatilishi mumkin. Polimerning molekulyar massasi va kristallik darajasi oshganda, uning harorat o'tkazuvchanligi ham oshadi. Polimer

makromolekulasida yondosh zanjirchalar (o‘rinbosarlar) uzunligining oshishi bilan vinil qatoridagi polimerlar suyuqlanmasining harorat o‘tkazuvchanligi pasayadi. Polimer tarkibiga kiritiladigan plastifikatorlar va makromolekulalarning tikish darajasi ham harorat o‘tkazuvchanlikka kuchli ta‘sir ko‘rsatadi.

Polimerning issiqlik ta‘sirida kengayishini miqdoriy jihatdan tavsiflash uchun uning hajmiy kengayish harorat koeffitsienti α va chiziqli kengayish harorat koeffitsienti β ni aniqlash kerak bo‘ladi:

$$\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$$

$$\beta = \frac{1}{l} \left(\frac{\partial l}{\partial T} \right)_p$$

bu erda V - namunaning hajmi;

l - berilgan yo‘nalishda namunaning chiziqli o‘lchami;

T - harorat;

R - namunani o‘zgarmas bosim ostida isitilganini ifodalaydi.

Issiqlik ta‘sirida hajmiy kengayish harorat koeffitsienti va chiziqli kengayish harorat koeffitsienti $1/^\circ\text{C}$ o‘lchov birligida o‘lchanadi. Izotrop jismlar uchun $\alpha > 0$ bo‘lib, $\alpha = 3\beta$. Bundan tashqari, hajmiy kengayish harorat koeffitsienti α

polimerning o‘zgarmas hajmdagi solishtirma issiqlik sig‘imi (C_v) ga,

izotermik siqiluvchanligi (κ) ga, harorat (T) ga va namunaning hajmi (V) ga bog‘liqdir:

$$\alpha = \gamma \frac{C_v \cdot \kappa \cdot T}{V}$$

bu erda γ - o‘zgarmas kattalik.

Harorat 0 K ni tashkil etganda, $\alpha \rightarrow 0$. Ammo yuqori haroratlarda α ham oshib boradi. Polimerlarning kimyoviy tarkibi, tuzilishi, tizimi va kristallik darajasi turlicha bo‘lganligi tufayli ularning issiqlik ta‘sirida kengayish harorat

koeffitsientlari ham bir-biridan farq qiladi. Masalan, 20 °C da polietilentereftalatning issiqlik ta'sirida kengayish koeffitsienti $1,9 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni, polimetilmetakrilat $2 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni, poliamidlar $(2,1-4,5) \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni, polistirol $2 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni, poliuretanlar $(3,6-4,5) \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni, izotaktik polipropilen va zichligi yuqori polietilen $(3,2-4,0) \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni, zichligi past polietilen $(5-6) \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni, xlorpren kauchuk $6 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni, natural kauchuk va butadien-stirol kauchuk $6,6 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni, butadien-nitril kauchuk $7 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni va polidimetilsiloksan $(9-12) \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni tashkil etadi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, shishalanish haroratidan pastroq haroratlarda amorf va kristall tizimlarga ega bo'lgan polimerlar uchun α va β ning kattaliklari bir xil qiymatga ega bo'ladi. Ammo ushbu koeffitsientlar yuqori elastiklik holatida kristall va shishasimon holatlarga qaraganda yuqoriroq qiymatlarga ega. Harorat polimerning shishalanish haroratiga tenglashganda α va β kuchli o'zgaradi. Bundan tashqari, β ga polimer makromolekulalarining orientirlanganligi kuchli ta'sir ko'rsatadi. Orientatsiya yo'nalishiga $\beta_{\parallel}$ va unga teskari $\beta_{\perp}$ yo'nalishlarga aniqlangan β bir-biriga mos tushmaydi. Buning asosiy sababi- kristallitlarning lokal anizotrop xossalarga ega ekanliklaridir. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, polimerlarning issiqlik sig'imi haqida kerakli ma'lumotlarga ega bo'lish katta ilmiy hamda amaliy ahamiyatga ega. Polimerning termodinamik tavsifnomalarini baholashda (entalpiyani, entropiyani, ichki energiyani aniqlashda), fizik jarayonlarni o'rganishda (polimerning suyuqlanishi, kristallanishi, shishalanishi va boshqa tizim o'zgarishlarini o'rganishda) issiqlik sig'imi katta hal qiluvchi rol o'ynaydi. Polimerning issiqlik sig'imi deganda, uning haroratini 1 °C ga oshirishga sarflangan issiqlik miqdori tushuniladi. Polimerning issiqlik sig'imi kalorimetr yordamida aniqlanadi. Issiqlik sig'imining modda miqdori birligidagi kattaligiga, solishtirma issiqlik sig'imi deyiladi. Agar modda miqdori mol bilan ifodalangan bo'lsa, unda molyar issiqlik sig'imi deyiladi va $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ bilan o'lchanadi va agar kg bilan ifodalangan bo'lsa, unda solishtirma issiqlik sig'imining o'lchov birligi $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ bo'ladi.

Issiqlik sig'imi 2 xil bo'ladi.

1. O'zgarmas bosimda aniqlangan issiqlik sig'imi:

$$c_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_p$$

2. O'zgarmas hajmda aniqlangan issiqlik sig'imi:

$$C_v = \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_v$$

bu erda N va U - mos ravishda entalpiya va ichki energiya.

C_p va C_g o'zaro quyidagicha bog'liq:

$$C_p - C_g = \frac{\alpha^2 \cdot V \cdot T}{\beta}$$

bu erda α - hajmiy kengayish harorat koeffitsienti;

β - izotermik siqish koeffitsienti;

V - hajm;

T - harorat.

Agar polimer namunasida harorat ta'sirida tizim o'zgarishlari kuzatilmasa, unda -50°C dan to 200°C gacha bo'lgan haroratlar oralig'ida C_p chiziqli o'zgarib boradi. Qattiq polimerlar uchun harorat koeffitsienti o'rtacha $3 \cdot 10^{-3}$ ga, suyuqlanmalar uchun esa $1,2 \cdot 10^{-3}$ ga teng bo'ladi.

$$\frac{\partial C_p}{\partial T}$$

SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, xona harorati (25°C) da C_p ning qiymati barcha polimerlar uchun bir xil emas, chunki ularning kimyoviy tarkibi, tizimi, tuzilishi va kristallik darajasi issiqlik sig'imiga kuchli ta'sir ko'rsatadi. Masalan, uning qiymati polietilen uchun $49,6 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ga, ataktik va izotaktik polipropilenlar uchun mos ravishda $68,3$ va $90,7 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ga, politetraftoretilen uchun $96,6 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ga, polistirol uchun $128,2 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ga, polimetilmetakrilat uchun $138,6 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ga, poli - ϵ - kaproamid uchun $164,2 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ga va polietilentereftalat uchun esa $218,4 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ga teng.

SHuni ham alohida eslatib o'tish kerakki, harorat shishalanish haroratidan past bo'lganda, ham amorf va ham kristall holatlarida bo'lgan polimerning issiqlik sig'imi bir xil qiymatga ega bo'lishi mumkin. Amorf polimerlar shishalanish holatidan yuqori elastiklik holatiga o'tganda, issiqlik sig'imi sakrashsimon oshib boradi. Mana shu holatni kristall polimerlarning shishalanishi paytida ham kuzatish mumkin. Rezinani to'ldirgichlar bilan to'ldirish issiqlik sig'imini pasaytiradi.

Polimerning issiq elementlardan sovuq elementga issiqlikni ko'chirish qobiliyatiga, uning issiqlik o'tkazuvchanligi deyiladi.

Issiqlik oqimi q va harorat gradienti $\text{grad}T$ orasidagi mutanosiblik koeffitsienti λ issiqlik o'tkazuvchanlikni ifodalaydi:

$$q = -\lambda \cdot \text{grad}T$$

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti $Vt/(m \cdot K)$ o'lchov birligi bilan o'lchanadi.

Qattiq polimerlarning issiqlik o'tkazuvchanligini tushuntirishda qattiq dielektriklar uchun ishlab chiqilgan nazariyadan qo'llaniladi. Ushbu nazariyaga asosan, issiqlik o'tkazuvchanlik jismni tashkil etuvchi zarrachalarning issiqlik tebranishlari tufayli elastik to'lqinlar (fononlar) ning tarqalishiga va sochilishiga bog'liq.

Harorat past bo'lganda fononlarning o'rtacha erkin yugirish uzunligi atom va molekulalar orasidagi masofaga nisbatan katta ekanligi tufayli uning kattaligini quyidagi **2 ta** o'zaro ta'sirlanishlar asosida izohlash mumkin.

1. Fononlar orasidagi o'zaro ta'sirlanishlar.
2. Fononlar va polimer tizimidagi nuqsonlar (defektlar) orasidagi o'zaro ta'sirlanishlar.

Polimerning issiqlik o'tkazuvchanligi uning kimyoviy tuzilishiga, tarkibiga, kristallik darajasiga, fizik holatiga va haroratga bog'liqdir. Harorat oshishi bilan issiqlik o'tkazuvchanlik birdaniga sakrassimon oshib boradi. Bu hodisa polimerning issiqlik ta'sirida hajmiy kengayishi bilan izohlanadi. Kristall tizimga ega bo'lgan polimerlarning issiqlik o'tkazuvchanligi amorf polimerlarga nisbatan katta bo'ladi. Harorat $-180^{\circ}C$ dan $150^{\circ}C$ gacha o'zgarganda, ba'zi bir kristall polimerlar (masalan, polietilen, polimetilenoksid, polietilenoksid, poli-ε-kaproamid) ning issiqlik o'tkazuvchanligi pasayib boradi. Boshqa polimerlar (masalan, polietilentereftalat, polipropilen, politetraftoretillen, polixlortriftoretillen) uchun esa, aksincha, oshib boradi. Bu hodisani ko'pincha polimerning kristallik darajasi bilan izohlaydilar. Darhaqiqat, polimerning kristallik darajasi katta bo'lganda, uning issiqlik o'tkazuvchanligi oshadi. Ammo suyuqlanish paytida u kuchli pasayadi.

SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, polimerlarning kimyoviy tarkibi, tuzilishi, fizik holati va kristallik darajasi ularning issiqlik o'tkazuvchanligiga kuchli ta'sir ko'rsatilishi mumkin. SHuning uchun barcha polimerlar uchun ularning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti bir xil emas. Masalan, polistirolning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti $0,130 Vt/(m \cdot K)$ ga, natural kauchukniki $0,140 Vt/(m \cdot K)$ ga, polidimetilsiloksanniki $0,167 Vt/(m \cdot K)$ ga, polivinilxloridniki $0,170 Vt/(m \cdot K)$ ga, ataktik va izotaktik polipropilenniki mos ravishda $0,175$ va $0,230 Vt/(m \cdot K)$ ga, polimetilmetakrilatniki $0,190 Vt/(m \cdot K)$ ga politetraftoretillenniki $0,250 Vt/(m \cdot K)$ ga, zichligi past va zichligi yuqori polietilenlarniki mos ravishda $0,380$ va $0,470 Vt/(m \cdot K)$ ga tengdir.

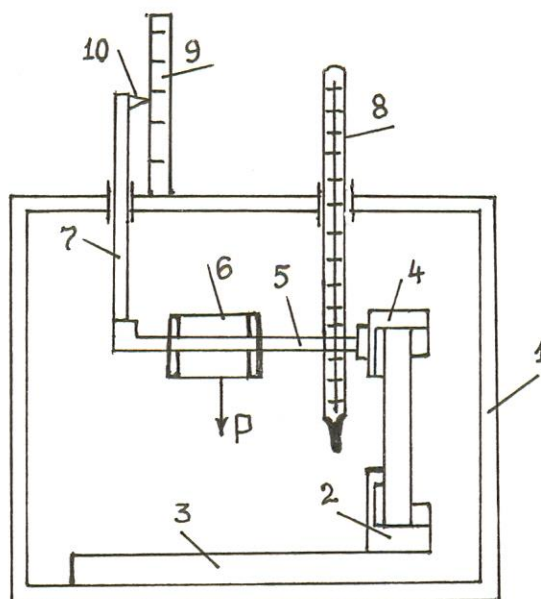
Makromolekulada yondosh guruhlar hajmi oshganda polimerning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti pasayadi, polimerning molekulyar massasi oshganda esa, oshadi. Makromolekulyar zanjirda turli atomlarni kiritish yo'li bilan fizik kontaktlar miqdorini oshirish mumkin. Bu esa polimerning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini oshishiga olib keladi. Bundan tashqari, polimer tarkibiga issiqlik o'tkazuvchanligi yuqori bo'lgan to'ldirgichlarni kiritish yo'li

bilan polimerning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini oshirish mumkin. Aksincha, polimer matritsani ko'pirtirish uning issiqlik o'tkazuvchanligini pasaytiradi. Masalan, ko'pirtirilgan polimerning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti yaxlit polimerning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientidan kichik bo'ladi. Ko'pirtirilgan polistirol, polietilen, polivinilxlorid va shunga o'xshagan boshqa polimerlarning issiqlik o'tkazuvchanligining yaxlit (monolit) polimerlarga nisbatan pastligini misol keltirish mumkin.

Polimerlarning issiqlik o'tkazuvchanligi bosimga bog'liq. Bosim (0,1 – 30,0) MPa oralig'ida o'zgarganda poliolefinlar, poliamidlar, polistirol va polimetilmetakrilat suyuqlanmalarining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientiining nisbiy oshishi $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{Mn}$ ni tashkil etadi. Rezinani to'ldirgichlar bilan to'ldirish uning issiqlik o'tkazuvchanligini oshiradi, ammo issiqlik sig'imini pasaytiradi.

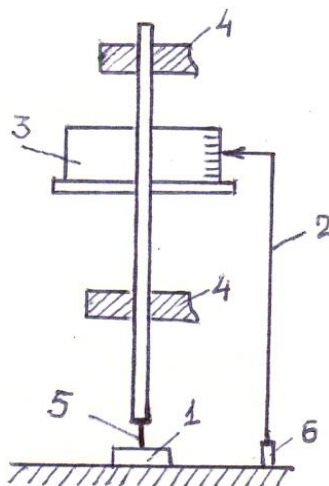
Polimerning yuqori haroratlar ta'sirida yumshamaslik qobiliyatiga, uning issiqqa chidamliligi deyiladi. Materialning issiqqa chidamlilik xususiyatini tavsiflovchi asosiy ko'rsatgich harorat hisoblanadi, ya'ni namunaga yuqori harorat va o'zgarmas yuklama ta'sirida paydo bo'ladigan deformatsiya belgilangan kattaligidan oshmasligi kerak. SHundagina u issiqqa chidamli material hisoblanadi. SHuni ham ta'kidlash zarurki, polimer materialining issiqqa chidamliligini aniqlashning bir qator standartlashtirilgan usullari bor. Ushbu usullar bir-biridan sinashga olingan namunaning shakli va o'lchami bilan, deformatsiyaning turlari (siqilish, cho'zilish, egilish) bilan, haroratni oshirish tezligi bilan farq qiladi. Masalan, polimer materialining issiqqa chidamliligini Martens usulida aniqlashda egilish momenti va harorat ta'sirida paydo bo'lgan deformatsiya qayd qilinadi va harorat o'lchanadi. Vika usulida esa silindrik indentor yuklama ta'sirida namunaga ma'lum chuqurlikka kirib boradi va uning kirib borish chuqurligi o'lchanadi. ISO R-75 standartiga asosan, ikkita tayanchlar ustiga qo'yilgan namunaning bir necha yuklamalar ta'sirida egilishi kuzatilib boriladi va harorat o'lchanadi. SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, ushbu usullarda namunani yuklash va isitish rejimida uning yumshayishi kuzatiladi va yumshayishga mos keluvchi harorat uning issiqqa chidamliligini ifodalaydi. Polimer materiallarining issiqqa chidamliligi yuklash rejimiga, namunaga ta'sir etuvchi yuklamaga va uning davomiyligiga bog'liqdir. Issiqqa chidamlilik yuklamaga bog'liq: yuklama oshgan sari issiqqa chidamlilik pasayadi. SHuning uchun materialni turli yuklamalar ostida sinab ko'rish tavsiya etilgan. DavST 12021-66 da ko'rsatilgan uchta yuklama nafaqat issiqqa chidamlilikni, balki yuklama oshganda uning pasayish xarakterini aniqlash imkonini beradi. SHishasimon polimerlarning issiqqa chidamliligi ularning shishalanish haroratidan, kristall tizimga ega bo'lgan polimerlarning issiqqa chidamliligi esa ularning suyuqlanish haroratidan oshmaydi.

Odatda, polimer materiallarini issiqqa chidamliligi Martens qurilmasi yordamida aniqlanadi (GOST 15089-69).



Martens qurilmasining koʻrinishi: 1-termostat; 2-poʻlat chuqurcha (uya); 3-poʻlat plita; 4-poʻlat qisqich; 5-shtok; 6-yuk; 7-yupqa poʻlat sterjen; 8-termometr; 9-millimetrli shkala; 10-koʻrsatgich.

Namuna (brusok) ning uzunligi 120 mm va kesimi 10x15 mm ni tashkil etadi. U vertikal holatda poʻlat plita 3 dagi uya (chuqurcha) 2 da oʻrnatiladi. Plita elektr qizdirgich (spirallar) yordamida isitiladigan termostat 1 da joylashtiriladi. Namunaning yuqori qismi (uchi) ga shtok 5 va yuk 6 bilan taʼminlangan poʻlat qisqich kiydiriladi. Shtokning erkin uchiga poʻlat sterjen 7 va koʻrsatgich 10 tayanadi. Yuk 6 shtokka 5 yuklanadi va namuna kesimida egiluvchi moment taʼsirida 5 MPa ga teng kuchlanish hosil boʻladi. Martens qurilmasida bir yoʻlakay 3 ta namunalarni sinab koʻrish mumkin. Namunalar orasida 2 ta termometr 8 oʻrnatiladi. Har ikkala termometr koʻrsatgichlarining oʻrtacha arifmetik qiymati olinadi. Termostat ichidagi harorat termoregulyator yordamida 50 °C/soat tezligida oshirilib boriladi. Namuna issiqlik va egilish momenti taʼsirida deformatsiyalanadi, yaʼni egiladi. Bunda shtok 5 ning erkin uchi va sterjen 7 pastga qarab tushadi, yaʼni koʻrsatgich namuna deformatsiyasini shkalada mm larda koʻrsatadi. Harorat va egiluvchi moment taʼsirida namunaning deformatsiyasi oshib boradi. Polimer materialining issiqqa chidamliligi koʻrsatgichi sifatida 6 mm egilishga mos keluvchi harorat aniqlanadi. Oʻlchamlari 10 mm dan kichik boʻlmagan disk yoki kvadrat shaklida boʻlgan polimer namunasining qalinligi 3,0-6,5 mm ni tashkil etishi mumkin. Koʻndalang kesim yuzasi 1 mm² ni tashkil etgan silindrik indentor 9,81 N yoki 49 N yuklama ostida 2 °C/daq. tezlik bilan isitiladigan namuna yuzasiga 1 mm chuqurlikka kirib borish harorati aniqlanadi.



Polimerlarning issiqqa chidamliligini Vika usulida aniqlashda qo'llaniladigan qurilmaning ko'rinishi: 1-namuna; 2-chuqurlik o'lchagich ; 3-yuk; 4-yo'naltiruvchi sterjen; 5-sterjen kalibrlangan igna bilan; 6-qurilma ramasining poydevori.

Materialning issiqqa chidamliligi haroratni uzluksiz oshib borish natijasida polimerlarning mexanik xossalarini saqlash qobiliyatini ifodalaydi va harorat bilan belgilanadi. Ushbu haroratda berilgan yuklama ta'sirida deformatsiya aniq bir qayimatiga erishadi.

Materialning issiqqa chidamliligini aniqlash usuli qo'yidagilardan iborat: deformatsiyalanuvchi yuklama ostidagi namuna ma'lum tezlik ($1^{\circ}\text{C}/\text{daq.}$) bilan uzluksiz isitib boriladi. Berilgan deformatsiyaga erishish harorati esa materialning issiqqa chidamliligini ifodalaydi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, kichik yuklamalar ta'sirida aniqlangan issiqqa chidamlilik polimerning suyuqlanish haroratiga yaqin bo'lishi mumkin. SHuning uchun ko'pgina holatlarda issiqqa chidamlilik harorati yo'l qo'yiladigan ish haroratining maksimal qiymatidan oshib ketadi. Polimerlarning Vika va Martens usullarida aniqlangan issiqqa chidamliligi natijalari quyidagi jadvalda keltirilgan.

Polimerlarning issiqqa chidamliligi

№	Polimer	Issiqqa chidamlilik , °C	
		Vika usulida	Martens usulida
1	Polivinilatsetat	37	—
2	Viniplast	90-95	65-70
3	Politetraftoretlen	100-110	—
4	Polimetilmetakrilat	105-115	60-80
5	Polivinil spirt	120	—
6	Poli -2.5-dimetilstirol	142-149	112-125
7	Polipropilen	149	—
8	Difenilolpropan asosida olingan polikarbonat	150-160	115-125
9	Poli-ε-kaproamid	160-180	50-55
10	Poli-4-metilpenten-1	179	—
11	Polistirol	—	80

Jadvaldagi natijalarni solishtirib koʻrganda, ularning bir-biriga mos kelmasligini koʻrish mumkin. Buning asosiy sababi shundaki, issiqqa chidamlilik, avvalambor, oʻlchash usuliga, yuklash rejimiga, yuklamaning kattaliga va taʼsir etish davomiyligiga, haroratni oshirish tezligiga kuchli bogʻliqdir.

Polimer materialining issiqqa chidamliligini quyidagi yoʻllar bilan oshirish mumkin.

1. Polimer zanjiriga aromatik yadrolarni kiritish yoʻli bilan.
2. Polimer makromolekulalari tarkibiga qutblangan guruhlarini kiritish hisobiga molekulalararo va ichki oʻzaro molekulyar taʼsirlanishlarni kuchaytirish yoʻli bilan.
3. Kondensirlangan sikllar bilan.
4. Ustmolekulyar tuzilmalarni tartiblash yoʻli bilan.
5. Polimerning kristallik darajasini oshirish yoʻli bilan.
6. Simmetrik tizimga ega boʻlgan dastlabki monomerlardan foydalanish yoʻli bilan.
7. Makromolekulalar orasida kimyoviy bogʻlarni yaratish va ularni tikish darajasini oshirish yoʻli bilan.
8. Mustahkamlikni oshiruvchi faol toʻldirgichlarni polimer tarkibiga kiritish yoʻli bilan.

Polimer materialini qayta ishlashga tayyorlash (uni maydalash, quritish, aralashtirish va h.) va uni qayta ishlash jarayonida uning makromolekulalari parchalanadi, ya'ni u destruksiya uchraydi. Destruksiya bilan birgalikda materialda tizimlanish yuz berishi mumkin. Natijada suyuqlanmaning qovushqoqligi oshib ketadi. Agar materialda kechadigan destruksiya jarayonlari mexanik kuchlanishlar ta'sirida yuz bergan bo'lsa, mexanodestruksiya, namlik ta'sirida paydo bo'lgan bo'lsa, gidrolitik destruksiya va agar harorat ta'sirida yuz bergan bo'lsa, termodestruksiya deb ataladi. Destruksiya natijasida polimerning molekulyar massasi va molekulyar massa taqsimoti o'zgaradi, qovushqoqligi pasayadi, gazsimon va quyimolekulyar moddalar ajralib chiqadi va olinadigan mahsulotning rangi o'zgarishi mumkin. Mexanik kuchlanishlar maydonida harorat, namlik va kislorod ta'sirida polimerda kimyoviy o'zgarishlar yuz beradi. Ular suyuqlanish paytida va suyuqlanmaning oqishida jadallashadi. Kuchlanish ta'sirida polimerning reaksiyasi ko'pgina holatlarda olinadigan buyumning nafaqat reologik xossalariga va qayta ishlashning harorat – tezlik rejimlarini tanlab olishga imkon beradi, balki uni ishlatish xossalarini belgilab beradi. Qattiq polimer materialining fizik tavsifnomalarini kukunsimon yoki granulalangan xom – ashyoning granulometrik tarkibi, tabiiy qiyalik burchagi, soluvchanligi, zichligi, to'kmaning zichligi, solishtirma hajmi, zichlanish koeffitsienti, namlik darajasi va boshqa ko'rsatgichlar ifodalaydi. Ma'lumki, kukunsimon polimer xom – ashyolari o'zaro to'planib qolish, ya'ni guvalachalar (aglomeratlar) hosil qilish qobiliyatiga egalar. Ular qayta ishlash qurilmalarining bunkerida yopishib olib, osiliqlar hosil qilishi mumkin. Bunday holatlarda materiallarni me'yorlash (dozalash) aniqligi pasayib, olinadigan buyumning o'lchamlari va fizik – mexanik xossalari o'zgarib ketishi mumkin. YUqorida sanab o'tilgan ko'rsatgichlarni aniqlashning mohiyati shundaki, ular materialni me'yorlashga, qayta ishlash qurilmasi organlarining materialni ushlab olishiga (masalan, materialni plastikatsiyalashda va ekstruziyalashda, shnekni yuklash qismini to'ldirishga), materialni presslash, tabletkalash va ekstruziyalash yo'li bilan zichlantirishga, dozatorlar konstruksiyasini tanlashga, ekstruderlar, termoplastavtomatlar, tabletkalovchi mashinalar, press-qoliplar bo'shlig'ini va yuklash qismlarini material bilan to'ldirishga katta salbiy ko'rsatadi. Bundan tashqari, ushbu ko'rsatgichlar qattiq materiallarni saqlash va bir joydan ikkin joyga uzatish shartlarini belgilaydi. Masalan, ko'pgina holatlarda ataktik fraksiyalarining miqdori (6 – 9)% mas. dan yuqori bo'lgan kukunsimon PP qayta ishlash nihoyatda qiyin. Uning nafaqat ekstruziyalash va granulalash qayin, balki zarrachalarining sochiluvchanligini pastligi va o'zaro yopishib qolishga moyiligi tufayli, ularni pinevmotransport yordamida reaktorlardan va yuvuvchilardan gomogenizatorlarga, aralashtiruvchilarga va boshqa qurilmalarga uzatish qiyin. Ular ekstruderlarning samarali ishlashiga katta salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Begona moddalar guruhiga quyidagilar kiradi.

- polimer tarkibiga tasodifan qo'shib qolgan mexanik qo'shilmalar: masalan, qurilmalarni tozalash paytida ularga tasodifan kirib qolgan mineral zarrachalar va changlar;

- polimer tarkibiga qolib ketgan katalizator qoldiqlari: masalan, sintez jarayonida qo'llanilgan katalizator polimer kukunlarini yuvishda to'liq yuvilmagan bo'lishi mumkin;

- reaktor va turuboprovodlarning ichki yuzasi va ishqalanish kuchlari ta'sirida polimer materiali qisman parchalanishi mumkin va natijada polimer tarkibiga boshqa moddalar (masalan, mashina va qurilmalarning eyilishidan hosil bo'ladigan metall zarrachalari) qo'shib qolishi mumkin;

- polimer tarkibiga namlik va boshqa uchuvchan suyuq qo'shimmalar (suv, izopropil spirt va boshqa kimyoviy moddalar) qo'shib qolishi mumkin;

- konservant qoldiqlari qo'shib qolishi mumkin;

- aralashtirgich va granulalanuvchi, hamda polimerlanish jarayonida qo'llaniladigan jihozlar ishga sifatsiz tayyorlaganda, boshqa polimer yoki kompozitsiyaning ma'lum bir miqdori polimer tarkibiga qo'shib qolishi mumkin va hokazolar.

Bunday begona moddalar polimer materialini qayta ishlashga kuchli salbiy ta'sir ko'rsatilishi mumkin. Polimer materiali tarkibiga ularning mavjudligi, ko'pgina holatlarda, qo'shimcha operatsiyalarni bajarishga, maxsus moslama va qurilmalarni texnologik tizim tarkibiga kiritishni taqazo etadi. Natijada olinadigan mahsulotning sifat ko'rsatgichlari pasayadi, ularning o'lchamlari o'zgaradi, xossalarining barqarorligi yomonlashadi, uning narxi oshib ketishi mumkin. Olinadigan mahsulot tarkibidan begona moddalarni chetlashtirish maqsadida, hozirgi paytda qayta ishlash jarayonida polimer eritmasi yoki suyuqlanmasi filtrlanadi, quritish, vakuumlash va havosizlantirish yo'li bilan ular suyuqlanma tarkibidan chetlashtiriladi. Polimer tarkibiga kiritiladigan qo'shimchalar (barqarorlashtiruvchi moddalar, plastifikatorlar, to'ldiruvchilar, bo'yatgichlar, moylovchi va vulqonlanuvchi moddalar, qotirgichlar va boshqa organik va anorganik moddalar) "begona moddalar" guruhiga mansub emas, chunki ular polimer materialining tizimi va xossalarini kerakli darajada o'zgartirish, ya'ni modifikatsiya qilish uchun ataylab kiritiladi. Ular hisobiga kompozitsiyani qayta ishlash jarayonlarini osonlashtirish va, hatto, polimer materialini tejash mumkin. SHuning uchun bunday qo'shimchalar maqsadili ingredientlar hisoblanadi. Gelchalar – bu molekulyar massasi yuqori, makromolekulalari qisman tikilgan va tirishib qolgan polimer zarrachalari bo'lib, ular qayta ishlash paytida suyuqlanishga ulgurmagan bo'ladi. Ularning polimer suyuqlanmasi tarkibida mavjudligi parda ishlab chiqarish uchun nihoyatda xavflidir. Masalan, ekstruziyalash va puflash yo'li bilan olinadigan yupqa pardalar olishda, bir va ikki o'q bo'ylab orientarlangan pardalar olishda, polimerni yuqori elastiklik holatda cho'zish yoki suyuqlanmani cho'zish yo'li bilan olinadigan tola va pardalarni cho'zish paytida, ularning parchalanishi yoki uzilishi aynan mana shu gelchalardan boshlanadi. Suyuqlanishga ulgurmagan tirishib qolgan gelchalar granulalangan xom – ashyo tarkibida ham, bevosita qayta ishlash jarayonida ham, hosil bo'lishi mumkin. Ularni buyum tarkibidan chetlashtirish uchun polimer suyuqlanmasi harorat – tezlik qayta ishlash ko'rsatgichlarini o'zgartirish yo'li bilan, filtrlar paketi yoki panjara yordamida filtrlanadi.

Plastmassalarning texnologik xossalari.

Plastmassalarning va, umuman, polimerlarning asosiy texnologik xossalarini ifodalovchi ko'rsatgichlar quyidagilardan iborat.

1. Materialning oquvchanligi.
2. Suyuqlanmaning oquvchanlik ko'rsatgichi (SOK).
3. Buyumni qotish tezligi (buyumni qolipda saqlash davomiyligi).

Materialning qayta ishlashga qobiliyatini ifodalovchi asosiy ko'rsatgichlardan biri– uning oquvchanligidir. Oquvchanlik polimerlarni ruxsat etilgan haroratlar va bosimlar ta'sirida kanallarda oqish va pressqolipni to'ldirish qobiliyatini ifodalaydi. Polimerlarning oquvchanligi polimer materialining tabiatiga, kimyoviy tarkibi va tuzilishiga, uning tarkibiga kiritilgan qo'shimchalar (plastifikatorlar, to'ldirgichlar, barqarorlashtirgichlar, moylovchi va boshqa moddalar) ning turi, shakli, miqdori va o'lchamlariga bog'liqdir. Masalan, to'ldirgich miqdori oshganda, polimerning oquvchanligi pasayadi. Aksincha, plastifikatorning miqdori oshganda, plastifikatsiyalangan polimerning oquvchanligi oshadi. To'ldirilgan polimerlarning oquvchanligini oshirish uchun ularning tarkibiga moylovchi moddalar (masalan, olein kislota, stearin va boshqa moddalar) dan kiritiladi.

Oquvchanlik ko'rsatgichi polimerlarni presslash uchun maqbul qayta ishlash rejimini tanlash, ya'ni harorat va bosimni to'g'ri tanlash imkonini beradi. Materialning oquvchanligi past bo'lsa, pressqolip suyuqlanma bilan to'lmay qolishi mumkin. YUqori oquvchanlikka ega bo'lgan materiallardan murakkab konfiguratsiyali va armaturali buyumlar presslanadi. Termoreaktiv polimerlar (qatronlar va presskukunlar) ning texnologik xossalarini ifodalovchi asosiy ko'rsatgichlaridan biri – ularning oquvchanligidir. YUqori oquvchanlikka ega bo'lgan materiallar nisbatan kichik bosimlar ostida presslanadi. Bunda ular turli murakkab tuzilishga ega bo'lgan pressqoliplarni yaxshi to'ldiradilar. Natijada buyum yuzalarida nihoyatda kichik belgilar, raqamlar, detallar va rezbalar yaxshi shakllanadi. Tajribada materialning oquvchanligini aniqlash uchun Rashig usulidan keng qo'llaniladi. Rashig usuli bo'yicha maxsus pressqolipda standart sharoitda yupqa sterjen presslanadi. Buning uchun massasi **7 – 10 g** ga teng bo'lgan tabletkasimon material oldindan kerakli haroratgacha qizdirilgan pressqolipda joylashtiriladi va qolipga darhol (pauzasiz) bosim berib, uni presslash jarayoni oxiriga etgunga qadar doimiy saqlanadi. Har bir press – material uchun aniq presslash rejimi (harorat, bosim, presslash davomiyligi) tanlanadi. Presslash rejimi tajribada aniqlanadi. Press – qolip ochilgandan so'ng, presslangan sterjenning uzunligi shtangensirkul yordamida **mm** larda o'lchanadi va u materialning oquvchanligini ifodalaydi. SHuni ham inobatga olish kerakki, Rashig usulida aniqlangan materialning oquvchanligi ko'pgina omillarga bog'liq. Ammo turli teng holatlarda suyuqlanmaning qovushqoqligi va uning qotish tezligi hal qiluvchi ahamiyatga ega. Bu esa, Rashig usulida aniqlangan texnologik xossa natijalaridan nafaqat presslash rejimini to'g'ri tanlashga, balki materialni qayta ishlashga yaroqliligini aniqlashga imkon beradi. Umuman olganda, ma'lum harorat va bosim

ostida yoki o'zaro ta'sirlanuvchi ba'zi – bir moddalar (masalan, qotirgichlar) yordamida polimerni qattiq, suyuqlanmaydigan va eritgichlar ta'sirida erimaydigan holatga o'tishiga, qotish deb ataladi. Namunani to'liq qotishiga sarflangan vaqt bo'yicha materialning qotish tezligi aniqlanadi. Qotish tezligi yoki buyumni qolipga saqlash davomiyligi (vaqti) termoreaktiv materiallarning asosiy texnologik xossalarini ifodalovchi ko'rsatgichlardan biri hisoblanadi.

Presslangan namunalarning kimyoviy va fizik – kimyoviy xossalariga qarab, qotish tezligini turli usullarda aniqlash mumkin.

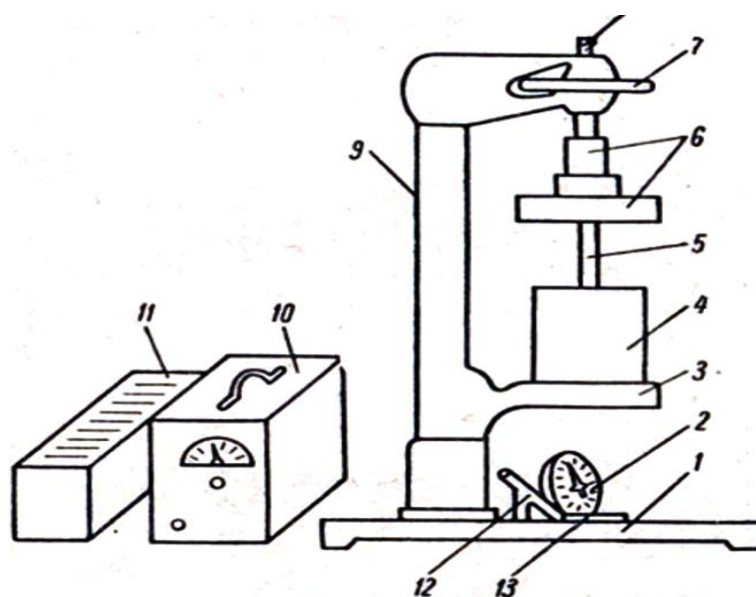
1. Kimyoviy usullar. Bu guruhga brom sonini aniqlash usuli va namunalarni suvda qaynatilgandan keyin, xossalarini aniqlash usuli kiradi.

2. Fizik – kimyoviy usullar. Bu guruhga ekstraktsion usul hamda standart namunalarni presslash usullari (“disk usuli” va “stakancha usuli”) kiradi.

Qotish tezligini va materialni qovushqoq – oquvchan holatda saqlash davomiyligi (“hayot vaqti”) ni aniqlash uchun I.F.Kanavets plastometridan qo'llaniladi. Ushbu plastometrning ishlash prinsipi presslash jarayonida qovushqoqlik koeffitsientini o'zgarib borishini qayd qilishga asoslangan. Bunda sistemaning qovushqoqligi doimiy deformatsiyalanish tezligida materialning siljishiga ko'rsatadigan qarshiligini o'zgarishi bo'yicha aniqlanadi. Qotish tezligini aniqlash uchun maxsus press – qolipda konussimon stakancha presslanadi. Bunda qolipning yopilishidan to uning ochilishigacha sarflangan vaqt soniyalarda o'lchanadi. Uchta nuqsonsiz stakanchalarni olishga sarflangan minimal vaqtni namuna qilinligi nisbatiga, qotish tezligi deyiladi va (s/mm) o'lchov birligida o'lchanadi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, qotish tezligi press – materialning tabiati, kimyoviy tarkibi, tuzilishi, xossalariga, hamda texnologik omillar (qizdirish chuqurligi, materialni oldindan qizdirib olinishi, qisqa muddatli presslash (podresssovkalar) ni amalga oshirilganligi) ga bog'liqdir. Masalan, novolak fenol presskukunlar uchun qotish tezligi (15 – 20) s/mm, aminoplastlar uchun esa (30 – 60) s/mm ni tashkil etishi mumkin.

Suyuqlanmaning oquvchanlik ko'rsatgichi.

Termoplastik polimerlarning asosiy texnologik xossalarini ifodalovchi ko'rsatgichlardan biri – suyuqlanmalarining oquvchanlik ko'rsatgichi (SOK) yoki suyuqlanma indeksi hisoblanadi. SOK viskozimetr yordamida aniqlanadi



Termoplastlar suyuqlanmalarining oquvchanlik ko'rsatgichi (SOK) ni aniqlash qurilmasi: 1-tayanch plita; 2-soniyao'lchagich (sekundomer); 4-ekstruzion plastometr; 5-porshen; 6-yuklar; 7-shturval; 8-porshenni tushirish va ko'tarish vinti; 9-kolonna; 10-kontaktsiz harorat o'lchagich; 11-FSN-200 rusumli barqarorlashtirgich (stabilizator); 12-ko'zguli qaytargich; 13-oina.

SOK deganda, viskozometrning standart kapillyari (4) orqali 10 daqiqa vaqt davomida tashqi yuklama (6) ta'sirida siqib chiqariladigan polimer massasi tushuniladi va (g/10 daq.) o'lchov birligida o'lchanadi.

Plastometr kanalida materialni suyuqlantirish uchun elektr qizdirgichlar yordamida kerakli harorat hosil qilinadi va u kontaktsiz avtomatik rostlagich yordamida aniq (doimiy) saqlanadi. Plastometrda siljish tezligi $2 - 5 \text{ s}^{-1}$, ekstruderlarda esa $50 - 250 \text{ s}^{-1}$ ni tashkil etishi mumkin.

Davlat standarti 11645 – 65 ko'rsatmalariga asosan, kapillyarning uzunligi $8 \pm 0,025 \text{ mm}$, diametri $2,095 \pm 0,005 \text{ mm}$, viskozimetr silindrining ichki diametri $9,54 \pm 0,016 \text{ mm}$ ni tashkil etadi.

Porshen (5) ga ta'sir etuvchi yuklama (6) 21,6, 50 va 100 N ni tashkil etishi mumkin. Ko'pgina holatlarda polimerlarning SOK lari 190°C va 21,6 N kuch ostida aniqlanadi. Bu viskozimetr kapillyari devoriga 13,5 – 16 kPa siljish kuchlanishi bilan ta'sir etadi. Termoplastik polimerlar suyuqlanmalarining oquvchanlik ko'rsatgichini (SOK) aniqlashning ahamiyati shundaki, birinchidan, SOK dan polimerning o'rtacha massaviy molekulyar massasini hisoblash uchun foydalanish mumkin; uning o'zgarishi esa, polimerda yuz bergan o'zgarishlardan darak beradi. Ikkinchidan, SOK kattaligi (M) dan suyuqlanmaning samarali (effektiv) qovushqoqligini (η) hisoblash mumkin:

$$\eta = \frac{0,5G \cdot \rho}{M}$$

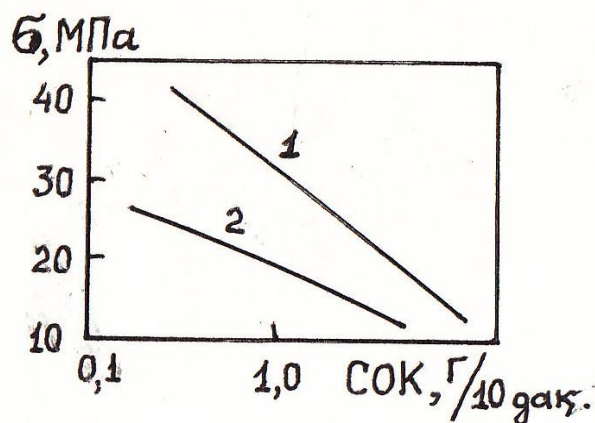
bu erda η – suyuqlanmaning samarali qovushqoqligi, N•s/m²;

G – porshendagi yuklama, N;

ρ – suyuqlanmaning zichligi, kg/m³;

M – suyuqlanmaning oquvchanlik ko'rsatgichi, kg/10 daq.

Uchinchidan, SOK ni aniqlash – materialni maqbul qayta ishlash rejimi (T, R, ekstruziyalash tezligi) ni tanlash imkonini beradi. To'rtinchidan, barcha polimer turlarini SOK lariga qarab, ularni qayta ishlash usullarini belgilab berish mumkin. Masalan, SOK < 2 g/10 daq. ni tashkil etgan poliolefinlar (ZYUPE, PP) (yuklama 21,6 N, harorat 190 °C yoki 230 °C da aniqlangan) presslash usulida qayta ishlashga tavsiya etiladi. SOK = 0,2 – 1,0 g/ 10 daq. ni tashkil etadigan poliolefinlar ekstruziyalash usulida, SOK = 1 – 4 g/10 daq. ni tashkil etadigan poliolefinlar esa bosim ostida quyish usulida qayta ishlashga tavsiya etiladi. SOK > 5 g/10 daq. ni tashkil etadigan polimerlar tola hosil qiluvchilar bo'lib, tolalar ularning suyuqlanmalaridan olinadi. SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, qayta ishlash haroratini (suyuqlanma haroratini) va siljish kuchlanishini (yuklamani) o'zgartirish yo'li bilan SOK ni va suyuqlanmaning qovushqoqligini kerakli darajada o'zgartirish mumkin. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, polimer kompozitsiyalarini tayyorlash va ularni qayta ishlash jarayonlari hamda bosqichlarini faqatgina bitta texnologik xossa yordamida ifodalab bo'lmaydi, balki ularning majmui bilan aniqlanadi. Albatta, qayta ishlash jarayonlarning turli bosqichlarida u yoki bu ko'rsatgich yoki xossa alohida ahamiyatga molik bo'lishi mumkin, ammo polimerning, xususan, uning asosida olingan kompozitsiyalarning texnologik xossalarini ifodalovchi yagona universal va ishonchli ko'rsatgich mavjud emas. Bundan tashqari, polimer kompozitsiyalarini tayyorlash va ularni qayta ishlash uchun faqatgina texnologik xossalarini aniqlash etarli emas. Texnologik xossalar va ularning real qayta ishlash rejimida o'zgarishini aniqlash va standartlashtirilgan ko'rsatgichlar asosida ushbu o'zgarishlarni hisoblash tenglamalarini ilmiy asoslab berish katta amaliy ahamiyatga ega. Masalan, hozirgi paytda, termoplastlar guruhiga mansub bo'lgan polimer materiallarining reologik xossalarini (qovushqoqlik xossalarini) yagona standartlashtirilgan ko'rsatgichi – suyuqlanmasining oquvchanlik ko'rsatgichi (SOK) hisoblanadi. Materialning issiqqa chidamliligini aniqlash uchun, oxirgi yillarda, “issiqqa chidamlilik vaqti” yoki “induksiya vaqti” aniqlanadi. Uni aniqlash uchun viskozimetrning rezervuari (**“bomba”si**) da yoki ekstruzion plastometrda polimer qayta ishlash harorati ta'sirida saqlanadi va samarali (effektiv) qovushqoqligining keskin pasayib ketish vaqti aniqlanadi. Agar suyuqlanmaning oquvchanlik ko'rsatgichi (SOK) katta bo'lsa, molekulyar massa va qovushqoqligining pasayganidan dalolat beradi. Aksincha, SOK kichik bo'lsa, materialning cho'zilishdagi mustahkamligi oshadi.



Polimerlarning choʻzilishdagi mustahkamligining suyuqlanmalarining oquvchanlik koʻrsatgichi (SOK) ga bogʻliqligi: 1 – chiziqli zichligi past polietilen; 2 – zichligi past polietilen.

Polimer materiallarining tizimi va xossalarini turli vositalar va usullar yordamida maqsadli oʻzgartirishga, modifikatsiyalash deyiladi. Oddiyroq qilib aytganda, modifikatsiyalash deganda, polimer materialiga yoki undan olingan buyumga yangi xossalarni berish, dastlabki foydali xossalarini saqlagan holda keraksiz sifatlar va nuqsonlarni bartaraf etish tushuniladi.

“Polimerlar fizikasi va kimyosi” kursida polimer materiallarining turli modifikatsiyalash usullari haqida maʼlumotlar berilgan. Polimer materialini modifikatsiyalashni shartli ravishda 3 guruhlariga boʻlish mumkin.

1. Polimer materialini tashqi omillar (deformatsiyalovchi kuch, harorat, bosim, UB-nurlanishlar, radiatsiya) taʼsirida modifikatsiyalash usullari.
2. Polimer materialini ichki omillar (toʻldirgichlar, barqarorlashtirgichlar, plastifikatorlar, tizim hosil qiluvchilar, antistatiklar, antipirenlar, boʻyatgichlar, moylovchi moddalar, qotirgichlar va boshqa moddalar) taʼsirida modifikatsiyalash usullari.
3. Polimer materialini bevosita qayta ishlash jarayonida yoki kompozitsiyani tayyorlash bosqichida modifikatsiyalash usullari. Masalan, polimer kukunlarini yoki granularini oldindan qizdirib (termik ishlov berib), namligini meʼyoriga keltirish ham modifikatsiyalash usullarining bir turidir. Boshqa misol. Buyumning estetik koʻrinishini (rangini) oʻzgartirish maqsadida kerakli boʻyatgichlarni kompozitsiya tarkibiga kiritish ham modifikatsiyalashning bir turidir. Boshqa misol. Bosim, harorat va deformatsiyalanish tezligini, qizdirish va sovutish tezligini (kristallanish tezligini), qotirish tezligini oʻzgartirib, tizimi va xossalari tubdan oʻzgargan buyumlar olish mumkin.

Modifikatsiyalash 2 xil bo'lishi mumkin.

1. Polimer tuzilishini modifikatsiyalash, ya'ni strukturaviy modifikatsiyalash.
2. Kimyoviy modifikatsiyalash.

Makrozanjirlarning kimyoviy tuzilishini saqlab qolib, polimerning ustmolekulyar tuzilmalarini (lamellalarni, mikrofibrilalarni, pachkalarni, sferolitlarni va h.) o'zgartirish usuliga, tuzilishni modifikatsiyalash deb ataladi. Polimer molekulalarining turli joylashuvi natijasida hosil bo'ladigan tuzilmalarga, ustmolekulyar tuzilmalar deb ataladi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, polimer pardasini bir yoki ikki o'q bo'ylab tortib cho'zganimizda, makrozanjirlarining kimyoviy tuzilishi o'zgarmaydi, ammo makromolekulalar ta'sir etuvchi kuch yo'nalishiga qarab orientirlanadi. Bu esa pardaning orientirlash yo'nalishiga mustahkamligini oshiradi. Demak, bu bilan makromolekula tuzilmalarini o'zgartirib, polimer materialini modifikatsiyalash natijasida mustahkamligini oshirishga erishish mumkin. Boshqa misol. Polimer material tarkibiga yuqori dispersli mineral to'ldirgichlarni kiritish uning kimyoviy tarkibini o'zgartirmaydi, chunki ular orasida kimyoviy bog'lar emas, balki vodorod va Van-der-Vaals bog'lari ko'proq hosil bo'ladi, ustmolekulyar tuzilmalar va ularning o'lchamlari tubdan o'zgaradi va natijada mustahkamlik va deformatsion xossalari keskin o'zgarib ketishi mumkin. Polimer material yuqori elastiklik xossasini yo'qotib, mo'rt materialga aylanib qoladi, zichligi toza (to'ldirilmagan) polimerga nisbatan oshadi. Demak, ushbu xossalarga polimerni modifikatsiyalash natijasida erishish mumkin. Dastlabki makromolekulalarga kimyoviy bog'lar bilan birikadigan moddalarni qo'shish va makrozanjirlar orasida kovalent bog'lar sistemasini yaratishga, kimyoviy modifikatsiyalash deyiladi. Masalan, ionlanuvchi nurlanishlar ta'sirida polimer materiallari parchalanadi (destruksiyanadi) yoki ular orasida tizimlanish yuz beradi, ya'ni makromolekulalar orasida ko'ndalang kimyoviy bog'lar hosil bo'ladi. Karbozanjirli polimerlarda, odatda, ionlanuvchi nurlanishlar ta'sirida tizimlanish yuz beradi. Tarkibida galogen atomlari saqlangan polimerlarda esa, aksincha, destruktiv jarayonlar kuchayadi. Makromolekulalar tarkibidagi tizimlanishlar mustahkamlikni oshiradi, destruktiv jarayonlar esa uni pasaytiradi. Qotirgichlar, moylovchi moddalar, tizim hosil qiluvchi moddalar, plastifikatorlar va turli sirt faol moddalarni polimer material tarkibiga kiritish yo'li bilan tizimi va kimyoviy tarkibi bitkul o'zgargan modifikatsiyalangan polimerlarni hosil qilish mumkin. Bularning barchasi modifikatsiyalash usullari sirasiga kiradi.

2.1.8. PLASTMASSA BUYUMLARINING EKSPLOATATSION XUSUSIYATLARI.

Polimer materialini sinash deganda, mexanik maydonlar ta'sirida materialning chidamliligini ifodalovchi ko'rsatgichlarni aniqlash tushuniladi. Sinov natijalari esa bir xil sharoitda turli polimerlarni qiyoslashga imkon beradi.

Polimerlarning mexanik xossalarini ifodalovchi ko'rsatgichlar (mustahkamligi, deformatsiyalanishi, cho'ziluvchanligi, bikrligi, qattiqligi, zichligi va h.) nafaqat masshtab omillari (namunaning uzunligi, kengligi, qalinligi) ga, balki tajribani o'tkazish shart-sharoiti (namlik, harorat, bosim, yuklash rejimi va h.) ga bog'liqdir. Polimerlarda tashqi maydon ta'sirida kechadigan relaksatsion va aktivatsion kinetik jarayonlarni ifodalovchi har qanday ko'rsatgich vaqtga, yuklash tezligiga va haroratga bog'liq bo'ladi. Bundan tashqari, polimerlar majburiy yuqori elastiklik deformatsiyalanish qobiliyatiga ega ekanliklari tufayli ularning relaksatsion tavsifnomalari ta'sir etuvchi kuchlanishga kuchli bog'liqdir. SHuning uchun polimerlarning mexanik xossalarini ifodalovchi ko'rsatgichlarni aniqlash katta ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Polimerlarni sinash natijalari turli maqsadlarda qo'llanilishi mumkin:

- yangi materiallar ishlab chiqishga;
- materialni texnik nazoratdan o'tkazishda va ko'plab buyum ishlab chiqarishga;
- materialni muhandis baholashga, ya'ni buyum ishlab chiqarish uchun materialni tanlashda;
- konstruktorlik hisoblashda.

Masalan, materialni muhandis baholash uchun, ya'ni buyum ishlab chiqarish uchun materialni tanlashda quyidagi ko'rsatgichlar majmuidan foydalaniladi: materialning zichligidan, materialni siqish va cho'zish paytida kuchlanishning deformatsiyaga bog'liqligi diagrammasidan, materialning mustahkamligidan, parchalanish paytidagi siqilish va cho'zilish kuchlanishlaridan, qattiqligidan, statik va dinamik bikrlilik modullaridan, cho'zilish va siqilish paytida deformatsiyaning vaqtga bog'liqligi (ya'ni, cho'ziluvchanligi) dan, berilgan deformatsiyada kuchlanishning relaksatsiyasidan, siqilishda qoldiq deformatsiyasidan, mexanik isroflar ko'rsatgichi (so'nish dekrementi yoki mexanik isroflar burchagining tangensi) dan, toliqish mustahkamligi (yoki chidamliligi) dan, ajratishga qarshiligidan, zarba qovushqoqligidan, ishqalanish koeffitsientidan, eyilishga chidamliligidan, issiqbardoshligi (yumshayish harorati, shishalanish harorati) dan, sovuqqa chidamliligidan, mo'rtlik haroratidan.

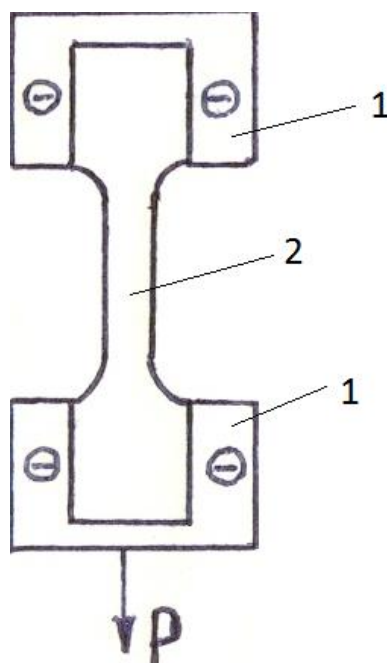
Materialning ba'zi bir ko'rsatgichlari (masalan, uning mustahkamligi, zarba qovushqoqligi, siqilish paytida qoldiq deformatsiyasi, mo'rtlik harorati) uni texnik nazoratdan o'tkazishga, materialning elastiklik moduli va ishqalanish koeffitsientidan esa konstruktorlik hisoblashda keng foydalaniladi.

Kuchlanishning deformatsiyaga bog'liqligi diagrammasi

Polimer materialiga ta'sir etuvchi kuchlanish σ ning deformatsiyasi ε ga bog'liqligi diagrammasining mohiyati shundan iboratki, ushbu bog'liqlik polimer buyumlarining mexanik xossalarini tashqi maydon ta'sirida ifodalovchi

ko'rsatgichlarni aniqlash va ularni boshqa materiallar ko'rsatgichlari bilan solishtirish yoki qiyoslash imkonini beradi. Sinov tajribalari esa materialni cho'zilishda, siqilishda, egilishda, siljishda, burilishda va boshqa yuklash turlarida o'tkazilishi mumkin.

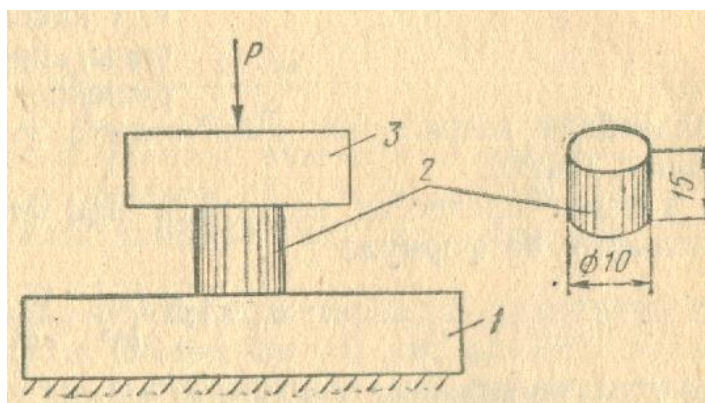
Polimerlarni cho'zilishda sinash usuli standartlashtirilgan (DavST 11262-80) bo'lib, sinov tajribalarini o'tkazish uchun to'g'ri burchakli tasmasimon yoki belcha (kurakcha) simon namunalardan qo'llaniladi.



Qisqichlar (1) va belchasimon polimer namunasi (2) ni cho'zilishda sinash sxemasi.

Namuna uzunligining kengligiga nisbati 5 dan kichik bo'lmasligi kerak. Namunaning uzunligi, kengligi va qalinligi shtangensirkul yoki mikrometr yordamida aniq o'lchanadi va uzuvchi (parchalantiruvchi) mashina qisqichlariga mahkamlanadi. Mashinaning harakatlanuvchi qisqichi o'zgarmas tezlik bilan namunani cho'zadi.

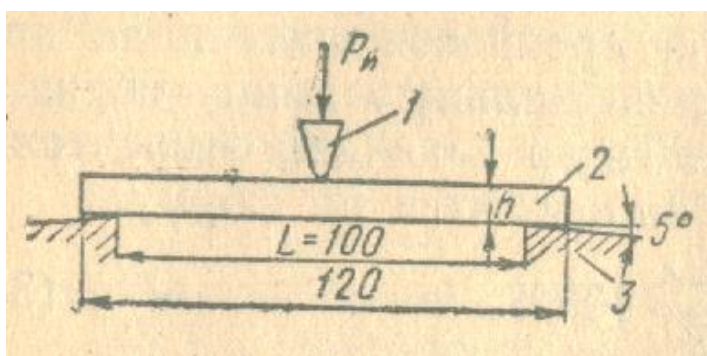
Polimerlarni **siqilishda** esa parallelepiped yoki silindrsimon namunalardan qo'llaniladi.



Polimer namunasini siqilishda sinash sxemasi: 1,3-po‘lat plitalar; 2- silindrsimon namuna.

Namunaning o‘lchamlari o‘lchab olingandan so‘ng, u ikkita parallel o‘rnatilgan plitalar orasida joylashtiriladi. Plitalar o‘zgarmas tezlik bilan harakatlanib namunani siqadi. Parallelepiped balandligining minimal poydevor o‘lchamiga nisbati 1,5 yoki 2,9 ni tashkil etishi mumkin.

Polimerlarni statik egilishda sinash usuli standartlashtirilgan (DavST 4648-71) bo‘lib, namuna ikkita tayanchlar ustiga erkin qo‘yiladi.

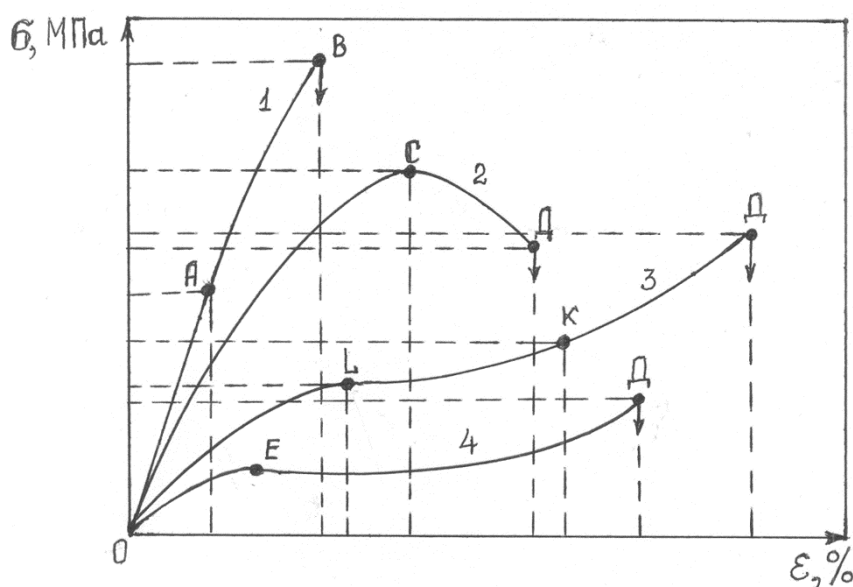


Statik egilishda polimer namunasini sinash sxemasi: 1-taqa orqali namunani eguvchi kuch; 2-polimer namunasi; 3-po‘lat tayanchlar.

DavST 4648-71 talablariga asosan, statik egilishda sinab ko‘rish uchun namunaning uzunligi (L) 80 mm, kengligi (b) $(10 \pm 0,5)$ mm va qalinligi (h) $(4 \pm 0,2)$ mm ni tashkil etishi kerak va namunaning uzunligi qalinligidan 20 marta katta bo‘lishi kerak. Tayanchlar orasidagi masofaning namuna qalinligiga nisbati 16 ga teng bo‘lishi kerak. Mexanik yuk namunaning o‘rtasiga o‘zgarmas tezlik bilan ta’sir etadi. SHuni alohida ta’kidlash kerakki, polimer namunalarini cho‘zilishda sinash uchun o‘ziyozar moslamalar bilan jihozlangan uzuvchi yoki parchalantiruvchi mashinalardan qo‘llaniladi. Ular namunaga ta’sir etuvchi kuch va deformatsiya o‘zgarishini maxsus koordinatali qog‘ozga chizib boradi. Olingan natijalar asosida namunaga ta’sir etuvchi kuchlanish σ ning deformatsiyasi ϵ ga bog‘liqligi grafigi chiziladi. Materialning asosiy mexanik ko‘rsatgichlari tajribada hosil qilingan ushbu egri chiziqlar asosida aniqlanadi. Kuchlanish σ va deformatsiya ϵ namunaning boshlang‘ich o‘lchamlariga nisbatan (ya’ni,

namunaning ko'ndalang kesim yuzasi S va boshlang'ich uzunligi l_0 ga nisbatan) aniqlanadi.

1-egri chiziq tez sinuvchan mo'rt materiallarga xos bo'lib, materialni mo'rt parchalanishini ifodalaydi, chunki namunada oquvchanlik kuzatilmaydi va u nisbatan kichik deformatsiyalarda parchalanadi. 1-egri chiziqdagi B nuqtaga mos keluvchi kuchlanish parchalanish kuchlanishini, deformatsiya esa parchalanish deformatsiyani ifodalaydi.



Polimer namunasini parchalanishini ko'rsatuvchi "kuchlanish-deformatsiya" bog'liqligi. Demak, materialni cho'zishda, egilishda va siqilishda hosil qilinadigan 1-egri chiziqdagi B nuqta va unga mos keladigan kuchlanish materialining mexanik mustahkamligini ifodalaydi. 1-egri chiziq ostidagi yuza namunani parchalanishiga sarflangan mexanik ishni aniqlash va A nuqtaga mos keluvchi mutanosiblik hududiga mos keluvchi kuchlanish va deformatsiyani aniqlash imkonini beradi. OA hududida yuk va deformatsiya mutanosib ravishda o'zgarib boradi. Ushbu hududda Guk qonuni to'liq bajariladi:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

bu erda E - elastiklik moduli (YUng moduli).

OA to'g'ri chiziqning deformatsiya o'qiga nisbatan tangens burchagi elastiklik moduli (YUng moduli) ni ifodalaydi. YUng moduli qanchalik katta bo'lsa, material shunchalik bikr sanaladi. Odatda, E ning kattaligi deformatsiyaning (0,1-0,3) % oralig'ida, ya'ni σ va ε orasidagi bog'liqlik to'g'ri chiziqdan iborat bo'lganda aniqlanadi. "Umumiy fizika" kursidan ma'lumki, qattiq materialning deformatsiyalanish darajasi YUng moduli, ya'ni elastiklik moduli bilan tavsiflanadi. Po'lat, keramika, cho'yan va boshqa shunga o'xshagan qattiq materiallarning YUng moduli 10^{11} - 10^{12} Pa, anorganik shishalar uchun 10^{10} - 10^{11} PA, shishasimon polimerlar uchun 10^9 - 10^{10} Pa qisman kristallangan polimerlar uchun 10^8 - 10^9 Pa va turli xil rezinalar uchun 10^6 Pa dan kichik bo'lishi mumkin.

Ushbu raqamlarni o'zaro solishtirib aytish mumkinki, polimer shishalarining deformatsiyalanishi po'latning deformatsiyalanishiga nisbatan 2 tartibga kattadir. Buning sababi shundaki, yuqori elastik holatidagi polimerlar zanjirlarining bir-biriga nisbatan siljishi uchun issiqlik harakati etarlidir, ammo ularni kattaroq masofalarga siljitish uchun (masalan, ularning oqishi uchun) zanjirlar orasidagi bog'lar (ko'pincha uch o'lchamli to'rlar) to'sqinlik qiladi. Ushbu holatda tashqi kuch ta'sirida zanjirlar oson cho'ziladi va YUng moduli kichik qiymatga ega bo'ladi.

Aksincha, shishasimon polimerlarda zanjirlarning bir-biriga nisbatan siljishi (hatto bo'g'in (zveno) o'lchamiga teng masofaga siljishi) qiyin, shuning uchun ularning YUng modullari nihoyatda katta bo'ladi.

"Polimerlar fizikasi va kimyosi" kursidan ma'lumki, qisman kristallangan polimerlar asosan amorf va kristall fazalardan tarkib topgandir. Kristall fazalar bir-biridan amorf qatlamlar bilan ajratilgan. Ko'pgina polimerlarda xona haroratida ushbu qatlam shishasimon holatga to'liq o'tmagan bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda, polimer zanjiri qattiq kristall qismlardan tarkib topgan va ular bir-biridan rezinasimon polimer bilan ajratilgan. Bunday polimerlar uchun YUng moduli kichik bo'lib, ular unchalik kuchli mo'rt materiallar emas, balki yuqori elastik materiallar sanaladi.

2-egri chiziq ham barcha sinash usullarida kuzatiladi. Namunada oquvchanlik kuzatiladi va u nisbatan kichik deformatsiyalarda parchalanadi. Ammo S va D nuqtalar oralig'ida kuchlanishning pasayib borishi kuzatiladi. Bu esa namunaning qisman parchalanishi, unda "bo'yincha" paydo bo'lganini yoki oquvchanlik boshlanganidan darak beradi. Namuna D nuqtada parchalanadi. Bunday holatlarda namunaning parchalanish kuchlanishi (materialni egilishda mustahkamligi, siqilishda parchalanish kuchlanishi va b.) S nuqtaga mos keluvchi yuk bo'yicha hisoblanadi. Termoplastlarni cho'zishda esa S nuqtaga mos keluvchi yuk bo'yicha namunaning oquvchanlik hududi kuchlanishi aniqlanadi va D nuqtaga mos keluvchi yuk bo'yicha namunaning uzilish paytidagi parchalanish kuchlanishi aniqlanadi. Bu holatda kuchlanishning maksimal qiymati oquvchanlik kuchlanishiga mos keladi.

3-egri chiziq cho'zilishda va siqilishda parchalanmaydigan materiallar (termoplastlar) ga xos bo'lib, namuna katta deformatsiyalarda parchalanadi va unda shartli oquvchanlik hududi kuzatiladi. SHartli oquvchanlik kuchlanishi L nuqtaga mos keluvchi yuk bo'yicha aniqlanadi. CHo'zilish, siqilish va egilishda berilgan deformatsiyada kuchlanish K nuqtaga mos keluvchi yuk bo'yicha aniqlanadi. D nuqtaga mos keluvchi yuk bo'yicha uzilish paytidagi kuchlanish aniqlanadi.

4-egri chiziq ko'pincha namunani cho'zilishda hosil bo'ladi. Bunda namunada lokal siqilish kuzatiladi, ya'ni unda "bo'yincha" paydo bo'ladi. Namuna katta deformatsiyalarda parchalanadi, unda oquvchanlik kuzatiladi. Oquvchanlik kuchlanishi E nuqtaga mos keluvchi yuk bo'yicha, uzilish paytidagi kuchlanishi esa D nuqtaga mos keluvchi yuk bo'yicha aniqlanadi.

CHO'zilish, siqilish va egilish paytidagi kuchlanishlar quyidagi formula asosida hisoblanadi (MPa):

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

bu erda F-namunaga ta'sir etuvchi mexanik kuch, N;

S-namunaning ko'ndalang kesim yuzasi, m².

Namunaning tashqi mexanik kuch ta'siridagi deformatsiyasi quyidagi formula bilan hisoblanadi (%):

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\% = \frac{l - l_0}{l_0} \cdot 100\%$$

bu erda l_0 -namunaning boshlang'ich o'lchami, mm; l - deformatsiyalangan namunaning o'lchami, mm.

Namunani egilish paytidagi kuchlanishi quyidagi formula bilan hisoblanadi (MPa):

$$\sigma = \frac{3PL}{2bh^2}$$

bu erda P- namunani eguvchi mexanik kuch, H;

L- tayanchlar orasidagi masofa, mm;

b- namunaning eni (kengligi), mm;

h-namunaning qalinligi, mm.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, polimer materialining mexanik xossalari relaksatsion xarakterga ega ekanligi tufayli sinash rejimi (davomiyligi) ga qattiq rioya qilinadi. Hozirgi paytda shunday sinash mashinalari yaratilganki, ularda sinash davomiyligi 0,5-2,0 daqiqadan oshmaydi va ular termostat bilan jihozlangan. Bu esa polimer materiallarini turli haroratlarda sinash imkonini beradi. Bundan tashqari, uzuvchi mashinalarning harakatlanuvchi qisqichlarining tezligi 1, 5, 25, 50, 100 va 500 mm/daq. ni tashkil eitishi mumkin. Bu tezliklar polimerning mo'rtligidan tortib, elastik holatigacha sinash imkonini beradi.

Polimer materialining qattiqligini aniqlash usullari

Polimerning qattiqligi deganda, ma'lum o'lchamga ega bo'lgan qattiq jismning (masalan, sharikcha yoki prizmaning) uning yuzasiga kirishiga ko'rsatiladigan qarshiligi tushuniladi.

Polimer buyumlarining qattiqligini turli usullarda aniqlash mumkin. Ko'pgina holatlarda berilgan yuklama ostida namuna yuzasiga indentorning statik kirishi usulidan qo'llaniladi. Ba'zan esa, aksincha, indentorning o'zgarmas tezligida izning chuqurligi belgilanadi va namunaga ta'sir etuvchi yuklama aniqlanadi. Diametri (5±0,5) mm ni tashkil etgan, toblangan po'latdan tayyorlangan, sayqallangan sharikni namunaga bosish yo'li bilan polimerning qattiqligi aniqlanadi. YUzasi 10x10 mm va qalinligi 4 mm ni tashkil etgan aylana (disk) yoki kvadrat shaklidagi namuna po'lat plitaning ustiga qo'yiladi va sharik (indentorni) sekin-asta namuna yuzasiga tushiriladi. 5 s dan so'ng, yuklamani oshirib borib, maxsus moslama yordamida indentor namuna yuzasiga 2-3 s bosiladi. So'ng,

yuklama 30 s o'zgarimas holda saqlanadi (DavST 4670-77). YUklamani olib tashlagandan so'ng, sharikni kirish chuqurligi h aniqlanadi.

Qattqlikni aniqlash uchun, avvalo, nisbatan kichikroq yuklama ta'sirida namuna yuzasiga identorning boshlang'ich holati o'rnatiladi. So'ngra, asosiy yuklama yuklanib, namuna uning ostida saqlanadi, identorning namunaga kirish chuqurligi aniqlanadi, keyin asosiy yuklama olib tashlanadi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, polimerning qattqligini aniqlash usullari identorning shakli (sharikcha, konuscha, prizmach) ga, yuklamaning kattaligiga, yuklash vaqti (davomiyligi) ga va izning chuqurligiga qarab bir-biridan farq qiladi.

Polimer buyumlarining qattqligini quyidagi 2 usullarda aniqlash mumkin.

1.Brinnell bo'yicha qattqlikni aniqlash usuli.

2.Rokvell bo'yicha qattqlikni aniqlash usuli.

MDH va Avrupo mamlakatlarida qattqlik Brinnell bo'yicha aniqlanadi (MPa):

$$H_B = \frac{P}{\pi D h}$$

bu erda P-indentorga ta'sir etuvchi kuch, H;

D-sharikchaning diametri, mm;

h-sharikcha izining chuqurligi, mm.

SHarikchani namunaga kirishi uchun bir qator ketma-ket yuklar (5, 13,5, 36,5, 98,0 kgk (49, 127, 358, 962 N) dan qo'llaniladi. Ushbu yuklar ta'sirida sharikcha izining chuqurligi 0,13 dan 0,355 mm gacha o'zgarishi mumkin. Oxirgi va oldingi yukning nisbati oxirgi va oldingi kirish chuqurligining nisbatiga teng bo'ladi. MDH standartiga asosan, ushbu nisbat $\sim 2,7$ ga teng. DavST 4670-77 va 13323-77 ga asosan, izning chuqurligi 0,3 mm ga teng. Buning ma'nosi shuki, turli materiallarni Brinnell bo'yicha aniqlangan qattqligini solishtirishda izning chuqurligi 0,3 mm ga teng bo'lganda yaxshi natija beradi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, bitta namunaning bir nechta nuqtalarida qattqlikni aniqlash mumkin. Ammo sharikcha qoldirgan izlar orasidagi masofa, hamda iz va namuna chetlari orasidagi masofa 5 mm dan kichik bo'lmasligi kerak. YUklamanning eng katta qiymati esa 30 s dan keyin izning chuqurligi 0,15 dan 0,35 mm gacha o'zgarganda olinadi. Mana shu chuqurliklarga mos keluvchi yuklamalarning eng kichik qiymati olinadi. AQSH va boshqa mamlakatlarda materialning qattqligi Rokvell bo'yicha aniqlanadi (DavST 24622-81). Bu usulning mohiyati shundaki, namunadan yuklama olib tashlangandan so'ng, bevosita izning chuqurligi aniqlanadi. Materialning qattqligi esa qurilmadagi shkalaga qarab aniqlanadi. Materiallar qattqligini o'zaro solishtirish uchun sharikchaning diametri va unga ta'sir etuvchi kuch kodlanadi, ya'ni materialning qattqligi qaysi shkala (R, D, M, E) bo'yicha aniqlanganligi ko'rsatiladi. Masalan, R va D shkallalari shariklar diametri mos ravishda 12,7 mm va 6,35 mm ni tashkil etganda oldingi yuklama 10 kgk (~ 100 N) dan umumiy yuklama 60 kgk (~ 600 N) ga o'tishda qattqlik o'lchanganligini bildiradi. M va E shkalalari esa yuklama 10 gkg (~ 100 N) dan 400 kgk (~ 4 kN) ga o'tishga shariklar diametri mos ravishda 6,35 mm va 3,17 mm ni tashkil etganda qattqlik o'lchanganligini bildiradi. SHuni alohida eslatib o'tish kerakki, qattqlik katta bo'lganda izning chuqurligi kichik bo'ladi. Indentorga asosiy yuklama

yuklaganda izning chuqurligi qattqlik ko'rsatgichi 150 va shkala bo'linmalarining soni (shkala bo'linmalarining qiymati 0,002 mm) farqi orqali aniqlanadi. Ekspress-sinovlarda katta aniqlik talab etilmaganda qattqlik SHor bo'yicha o'tkirmas igna (kesilgan konus) yordamida DavST 24621-81 talablari asosida aniqlanadi. Bu usulda qattqlik ko'rsatgichi 90 ta bo'linmalarga bo'lingan shartli shkala bo'yicha standart prujina yaratadigan kuch ta'sirida igna izining chuqurligiga qarab aniqlanadi. PMT-3 rusumli qurilmada indentor sifatida almos piramidadan qo'llaniladi va materialning qattqligi aniqlanadi. Rezinani qattqligi DavST 20403-75 talablariga asosan aniqlanadi. SHuni ham eslatib o'tish kerakki, plastifikatsiyalangan polimer materiallarning qattqligi plastifikatsiyalanmagan materialnikiga qaraganda kichik bo'ladi. Aksincha, yuqori dispersli kukunsimon to'ldirgichlar bilan to'ldirilgan polimer materiallarning qattqligi to'ldirilmagan «toza» materialning qattqligiga qaraganda yuqori bo'ladi. YUqori haroratlarda esa qattqlik pasayadi. Reaktoplastlarning qattqligi termoplastlarnikiga qaraganda yuqoriroq bo'lishi mumkin. Rezina mahsulotlarining qattqligi termoplastlar, reaktoplastlar va ular asosida olingan kompozitsiyalarning qattqligiga qaraganda kichik bo'ladi. Demak, polimer materialining qattqligi uning tabiatiga, turiga, o'zaro ta'sirlanuvchi ustmolekulyar tuzilmalar va ularning o'lchamlariga, kompozitsiya tarkibidagi qo'shilmalarning turi, miqdori va o'lchamiga bog'liq bo'ladi.

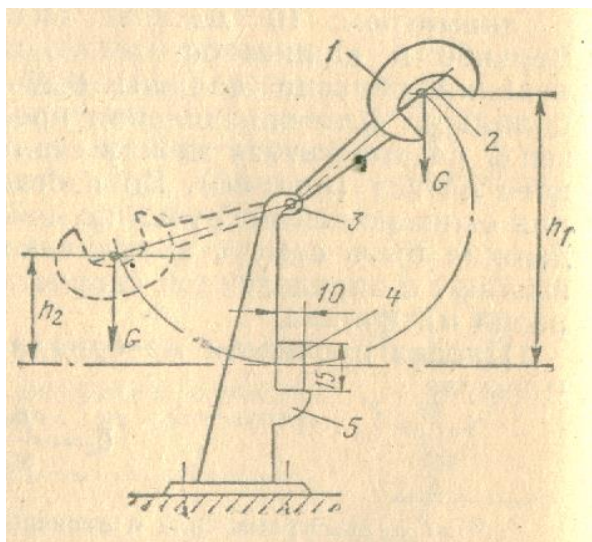
Polimer materialining zarbaga chidamliligini aniqlash usuli.

Solishtirma zarba qovushqoqligi deyilganda, zarba ta'sirida materialning egilishga qarshilik ko'rsatish qobiliyati tushuniladi. Materialga zarba beruvchi qurilmaga, kopyor deyiladi. Uning ko'rinishi rasmda ko'rsatilgan. Kopyor yordamida polimerning solishtirma zarba qovushqoqligi aniqlanadi. Kopyorda uzunligi 120 mm va kesimi 10x15 mm tashkil etgan to'rt burchak shaklidagi namuna 4 uning ikkala po'lat tayanchlari 5 orasida joylashtiriladi. Tayanchlar orasidagi masofa 70 mm ni tashkil etishi mumkin. Kopyor og'ir po'lat tebrangich (mayatnik) 1 bilan jihozlangan bo'lib, u urgich (tepki) 2 bilan namunaga zarba beradi. Tebrangich o'z o'qi atrofida aylanadi. Og'irligi G ga teng tebrangich ma'lum balandlik h_1 dan tezlik bilan tushib namunaga uriladi. Bunda tebrangich ma'lum energiyasini namunani parchalanishiga sarflaydi va o'z inersiyasi bilan yana h_2 balandlikka ko'tariladi. Bunda namunani parchalanishiga sarflangan energiya tebrangichning og'irlik kuchi G va balandliklar farqi ko'paytmasiga teng bo'ladi (J):

$$A = G \cdot (h_1 - h_2)$$

Solishtirma zarba qovushqoqligi namunani parchalanishga sarflangan ish A ning ko'ndalang kesim yuzasiga nisbati bilan aniqlanadi (J/m^2):

$$a = \frac{A}{S_0} = \frac{G(h_1 - h_2)}{S_0}$$



Polimerlarning zarba qovushqoqligini aniqlash asbobi: 1-po'lat tebrangich; 2-tepkich; 3-po'lat o'q; 4-namuna; 5-po'lat tayanchlar.

Polimer materiallarining mexanik xossalarini o'rganishda ularning zarbaga chidamliligini aniqlash katta amaliy ahamiyatga ega. Odatda, namunaga 2-4 m/s tezlik bilan zarba beriladi. Kichik parchalanish energiyasida sinab ko'rilganda tebrangichning tezligi ~ 2 m/s ni tashkil etishi mumkin. Ko'pincha 2,9 m/s tezlikdan foydalaniladi. Agar materialning zarba mustahkamligi katta bo'lsa, unda tebrangichning tezligi 3,8-4,0 m/s tashkil etishi mumkin.

Agar material yuqori elastiklik xossaga ega bo'lsa (masalan, PE, PP va b.), unda namunaga kuchlanish konsentratori yaratiladi va zarba mustahkamligi aniqlanadi. Buning uchun namuna qalinligining 50 % yoki $\frac{1}{2}$ hissasi kesiladi va zarba ta'sirida choklangan namunalar zarbaga chidamliligi sinab ko'riladi, ya'ni ularning zarbaga chidamliligi aniqlanadi.

Polimer materialining mo'rtligini aniqlash usuli

Materialning yuklama ta'sirida uncha sezilarli deformatsiyalarga uchramasdan, parchalanish qobiliyatini tavsiflovchi ko'rsatgichiga, uning mo'rtligi deyiladi. Materialni mo'rtlikka sinash uchun turli haroratlarda o'zgarmas (doimiy) tezlik bilan namuna yuklanadi va berilgan deformatsiyaga uchramasdan qaysi haroratda parchalanishi aniqlanadi (DavST 10995-64).

Materialning mo'rtlik harorati sifatida shunday harorat qabul qilinadiki, uning ta'sirida sinash uchun olingan namunalarning **50 %** parchalangan. Namunalarning ikki bo'lakka parchalanishi yoki ularda tirqishchalar paydo bo'lishi parchalanish kriteriyasi bo'lib xizmat qiladi.

Mo'rtlik harorati deformatsiyaning turiga bog'liqdir. Ko'pgina materiallar egilish deformatsiyasiga sinab ko'riladi. Ko'pincha konsolli egilishdan qo'llaniladi. Egilishda namunaning pastki yuzasi cho'zilib, uning kichik hajmi kuchli cho'zilish deformatsiyaga uchraydi va u parchalanishga olib keladi. Ammo namuna yuzasida paydo bo'ladigan deformatsiyaning kattaligi uning qalinligiga bog'liq. Turli qalinlikka ega bo'lgan namunalar cho'zilishda sinab ko'riladi. Deformatsiyaning tezligi oshganda mo'rtlik harorati oshadi. ASTM va ISO standartlari yuqori tezlikka (2 m/s) sinab ko'rishni, ingliz standarti kichik tezlikka

sinab ko'rishni tavsiya beradi. DavST esa ikkita tezlikka (0,075 va 2 m/s) sinab ko'rishni tavsiya beradi. Bu esa nafaqat mo'rtlik haroratini, balki tezlik oshishi bilan uning o'zgarishini aniqlash imkonini beradi. Sinashni havo yoki suyuq muhitda o'tkazish mumkin.

Polimer materiallarining cho'ziluvchanligini aniqlash usuli

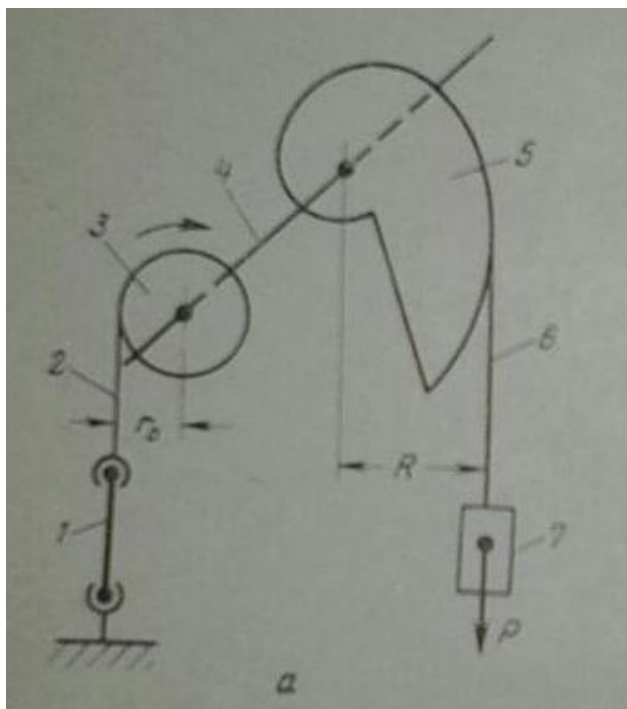
CHO'ziluvchanlik deganda, o'zgarmas (doimiy) yuk yoki kuchlanish ta'sirida vaqt o'tishi bilan material deformatsiyasining ortib borishi tushuniladi.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, polimerlarning eng asosiy kamchiligi-ta'sir etuvchi tashqi mexanik kuch ta'sirida o'lchamlari va shaklining o'zgarishidir, ya'ni tashqi kuch ta'sirida namuna yoki buyum o'z shaklini saqlay olmaydi. SHuning uchun har bir materialning o'zgarmas kuchlanish ta'sirida cho'ziluvchanligini aniqlash katta ilmiy hamda amaliy ahamiyatga ega. CHO'zilish paytida namuna nafaqat parchalanadi (ikki qismga bo'linadi yoki uziladi), balki o'z shaklini o'zgartirishi mumkin. Vaqt o'tishi bilan yuklama ta'sirida namunaning cho'zilishdagi nisbiy deformatsiyasi birdaniga sakrashesimon oshib boradi. Bu esa buyum shaklining o'zgarganidan dalolat beradi. Bunday holatlarda namunada "bo'yincha" paydo bo'ladi. YUqori elastik polimerlarning uzoqqa chidamliligini aniqlash uchun yuklama ta'sirida namunada "bo'yincha" paydo bo'lish vaqti aniqlanadi va uni deformatsion uzoqqa chidamlilik deyiladi. Amorf shishasimon polimerlarda esa, aksariyat holatlarda, yuklama ta'sirida mo'rt parchalanish kuzatiladi, ya'ni namunada "bo'yincha" paydo bo'lmasdan uning parchalanishi kuzatiladi. Namunaning yuklashdan to uning parchalanishigacha sarflangan vaqtga, mustahkamlik bo'yicha aniqlangan uzoqqa chidamlilik deyiladi. Demak, quyidagi 2 ta uzoqqa chidamlilikni bir-biridan farqlay olish kerak.

1. Deformatsion uzoqqa chidamlilik. Bunda namunani yuklashdan to unda "bo'yincha" paydo bo'lgunga qadar sarflangan vaqt aniqlanadi.
2. Mustahkamlik bo'yicha aniqlangan uzoqqa chidamlilik. Bunda namunani yuklashdan to uning parchalanishigacha sarflangan vaqt aniqlanadi.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, namunani cho'zilishda cho'ziluvchanligini aniqlash uchun unga ta'sir etuvchi kuchlanish o'zgarmas (doimiy) qolishi kerak. Namunaga cho'ziluvchi yuk ta'sir etganda mana shu shart bajarilmaydi, chunki tashqi mexanik yuklama ta'sirida namunaning ko'ndalang kesim yuzasi vaqt o'tishi bilan kichrayib boradi va unga ta'sir etuvchi kuchlanish esa kattalashadi. Mana shu ko'ngilsiz hodisani oldini olish uchun, ya'ni kuchlanishning o'zgarishini oldini olish uchun, namunaning ko'ndalang kesim yuzasining o'zgarishiga qarab, yuk R ni kamaytirish kerak bo'ladi. Buning uchun elkasi o'zgaruvchan richagdan, ya'ni Jurkov chig'anog'i (ulitkasi) dan qo'llaniladi. Jurkov chig'anog'ida yuk ta'sirida deformatsiyaning oshishi bilan richagning elkasi kichrayib boradi va namunaga ta'sir etuvchi kuch kamayadi. Namuna **1** ga egiluvchan tortqi **2** yordamida yuklama ta'sir etadi. Tortqi **2** o'zgarmas radiusga ega bo'lgan blok **3** ka mahkamlangan. Blok **3** o'q **4** qa o'rnatilgan bo'lib, u figurali richag **5** ning o'qi hisoblanadi. Egiluvchan tortqi **6** figurali richag **5** orqali o'tib, uning bir uchi richakka ulangan, ikkinchi uchiga yuk qo'yiladi va ushbu yuk ta'sirida namuna cho'ziladi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, Jurkov chig'anog'i yordamida

tolasimon va pardasimon kichik standartlashtirilmagan namunalarning uzoqqa chidamliligi va choʻziluvchanligi aniqlanadi. Tajribalar nafaqat xona haroratida, balki past va yuqori haroratlarda, UB-nurlanishlar taʼsirida va suyuq muhitlarda oʻtqazilishi mumkin. Jurkov chigʻanogʻi termostat va oʻziyozar moslamalar bilan jihozlangan boʻlib, har bir kuchlanish taʼsirida polimerning uzoqqa chidamliligi aniqlanadi va choʻziluvchanligining egri chizigʻi chiziladi.



Jurkov chigʻanogʻining koʻrinishi: 1-namuna; 2-egiluvchan tortqi; 3-blok; 4-oʻq; 5-figurali richag; 6-egiluvchan tortqi; 7-yuk.

Choʻziluvchanlikni aniqlash uchun qoʻyidagilardan qoʻllaniladi.

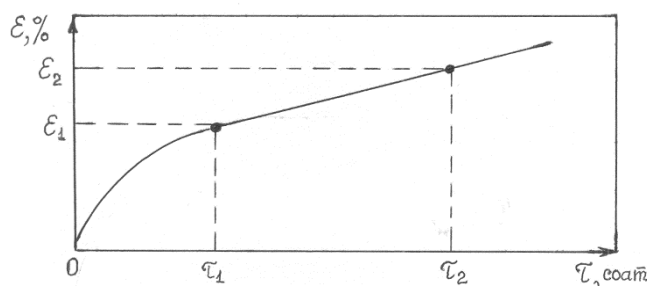
1. Maʼlum vaqt davomida yigʻilgan deformatsiyadan:

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100\%$$

bu erda l_1 – berilgan vaqtga namunaning uzunligi, **mm**;

l_0 - namunaning boshlangʻich uzunligi, **mm**.

1. Oʻrtacha choʻziluvchanlik tezligidan:



Polimer materialining o'zgaras kuchlanish ta'sirida cho'ziluvchanligining egri chizig'i.

$$\nu = \dot{\varepsilon} = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{\tau_2 - \tau_1}$$

bu erda ε_1 va ε_2 – mos ravishda τ_1 va τ_2 vaqtlar davomida namunaning deformatsiyalari.

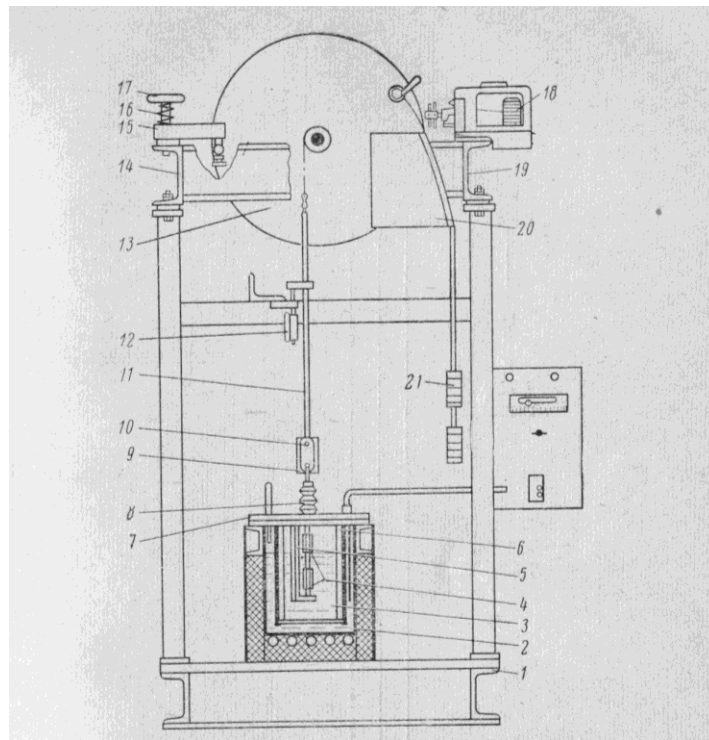
2. Cho'ziluvchanlik koeffitsientidan:

$$K = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{\varepsilon_1}$$

Olingan natijalar $\varepsilon = f(\lg t)$ yoki $\lg \varepsilon = f(\lg \tau)$ grafiklar ko'rinishida chiziladi. Ular to'g'ri chiziqlardan iborat bo'lib, natijalarni ekstrapolyasiya qilishda yoki cho'ziluvchanlikni bashorat qilishda qulaydir.

Cho'ziluvchanlikni o'zgaras yuk ta'sirida ham, o'zgaras kuchlanish ta'sirida ham, aniqlash mumkin.

Ma'lumki, polimer buyumlari nam va suyuq muhitlarda keng qo'llaniladi. Tabiiyki, ular suyuqlik muhitida bo'lib, o'lchamlari o'zgarishi mumkin. SHuning uchun polimerlarning uzoqqa chidamliligi va cho'ziluvchanligini suyuq muhitlarda aniqlash katta amaliy ahamiyatga ega. Polimerlarning cho'ziluvchanligini va uzoqqa chidamliligini suyuq muhitlarda (kislotalar, ishqorlar, tuzlar va ularning suvli eritmalarida, uglevodorodlar muhitida) aniqlash uchun maxsus stendlardan qo'llaniladi. Ushbu stendning asosiy afzalligi shundaki, birinchidan, unda standartlashtirilgan polimer namunalari sinab ko'riladi; ikkinchidan, stanina 1 da o'rnatilgan vanna-termostat 2 6 ta seksiyalardan iborat bo'lib, har bir seksiyada bir vaqtning o'zida 3 ta kurakcha (belcha) simon namunalarni yuklash mumkin; uchinchidan, namunaga ta'sir etuvchi kuchning eng katta qiymati 1,37 kN ni tashkil etishi mumkin. Bu esa nihoyatda mustahkam polimerlarning uzoqqa chidamliligini va cho'ziluvchanligini nafaqat oddiy xona sharoitida, balki turli haroratlarda va suyuqliklar muhitida aniqlash imkonini beradi.



Polimerlarning uzoqqa chidamliligini va choʻziluvchanligini aniqlash stendining koʻrinishi: 1-stanina; 2-vanna-termostat; 3-namunalarni sinash seksiyasi; 4-qisqichlar; 5-kronshteyn; 6-shisha stakan; 7-yopqich; 8-silfon; 9-shtok; 10-rostlanuvchi skoba; 11-tortqi; 12-indikator;; 13-richag; 14-rostlovchi tirak; 15-planka; 16-prujina; 17-vintli qisqich; uzoqqa chidamlilikni avtomatik ravishda qayd qiluvchi moslama; 19-tekislik bazasi; 20-lekalo; 21-yuk.

Polimerlarning uzoqqa chidamliligini va choʻziluvchanligini suyuq tajovuzkor (agressiv) muhitlarda aniqlash uchun uzunligi 120 mm, eni 5-10 mm va qalinligi 3 mm ni tashkil etgan standartlashtirilgan belchasimon namunalardan qoʻllaniladi (DavST 11262-80, tip 5). Namunaning choʻziluvchi yuk taʼsirida parchalanishi vaqti (uning uzoqqa chidamliligi) maxsus fiksator (qayd qiluvchi moslama) 18 yordamida aniqlanadi. Ushbu moslama baraban bilan soatdan, hamda oʻziyozar qurilmadan tarkib topgandir. Uning yordamida namunaning choʻziluvchanligi, yaʼni deformatsiyasining vaqtga bogʻliqligi grafigi chizib boriladi. Namunaning choʻziluvchanligini nazorat qilib borish uchun soat tipidagi indikator 12 ham mavjud. Uning yordamida 0,01 mm aniqlik bilan namunaning deformatsiyasi aniqlanadi. Polimer materialining choʻziluvchanligini aniqlash uchun namunaga taʼsir etuvchi kuch oʻzgarmas boʻlsa ham, ammo mexanik kuchlanish oʻzgarmas boʻla olmaydi. Buning sababi shundaki, tajriba davomida yuklama taʼsirida namunaning uzunligi oshib borib, kengligi (eni) kichrayib boradi. Ayniqsa, katta deformatsiyalarda va yuqori haroratlarda namunaning koʻndalang kesim yuzasining kichrayib borishini bemalol oddiy koʻz bilan ham koʻrish mumkin. Bunday holatda namunaga taʼsir etuvchi kuchlanish 2 xil boʻladi.

1. SHartli kuchlanish σ_y . YUklamani namunaning boshlag'ich ko'ndalang kesim yuzasiga nisbatiga, shartli kuchlanish deyiladi va u quyidagi formula yordamida hisoblanadi (MPa):

$$\sigma_y = \frac{P}{S_0}$$

bu erda P - namunaga ta'sir etuvchi kuch, N;

S_0 -namunaning boshlang'ich ko'ndalang kesim yuzasi, mm².

2. Haqiqiy kuchlanish σ_u . Uni quyidagi formula yordamida hisoblash mumkin:

$$\sigma_u = \sigma_y (1 + \varepsilon)$$

$$\sigma_u = \sigma_y * \lambda$$

bu erda ε - namunaning nisbiy deformatsiyasi;

$\lambda = \frac{l}{l_0}$ -namunani cho'zilish karraligi;

l_0 -namunaning boshlang'ich uzunligi, mm;

l -deformatsiyalangan (yuk ta'sirida cho'zilgan) namunaning uzunligi, mm.

Ushbu tenglamadan asosiy xulosa shuki, namunani tortish darajasi (cho'zilish karraligi) oshganda, unga ta'sir etuvchi haqiqiy kuchlanish ham ortib boradi.

Tajriba davomida namunaga ta'sir etuvchi haqiqiy kuchlanishni o'zgarmas (doimiy) saqlash uchun Jurkov chig'anog'idan qo'llaniladi.

Materiallar qarshiligi kursidan ma'lumki, izotrop elastik moddalarning xossalari quyidagi elastiklik doimiyliklar orqali ifodalanadi.

1. Polimer materialining elastiklik moduli (YUng moduli) E .

2. Puasson koeffitsienti μ .

Polimer materialining elastiklik moduli Guk qonuniga asosan quyidagi formula yordamida hisoblanadi (MPa):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Puasson koeffitsienti μ quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\mu = \frac{\varepsilon_k}{\varepsilon_\delta}$$

bu erda ε_k -ko'ndalang deformatsiya;

ε_δ -bo'ylama deformatsiya;

Puasson koeffitsientining fizik mohiyati shundaki, u ta'sir etuvchi kuch yoki kuchlanish ta'sirida namuna enining qanchaga kichrayishini ifodalaydi va shuning uchun ko'pgina holatlarda ushbu koeffitsientni ko'ndalang kichrayish koeffitsienti deyiladi.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, agar polimer materiali uchun elastiklik moduli (YUng moduli) va Puasson koeffitsienti μ aniq bo'lsa, unda siljish moduli G ni va hajmiy elastiklik moduli K ni quyidagi tenglamalar yordamida hisoblab chiqish mumkin:

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)}$$

$$K = \frac{E}{3(1 - 2\mu)}$$

Ko'pgina polimer materiallari uchun Puasson koeffitsienti 0,3 dan 0,5 gacha o'zgarishi mumkin. Uning 0,5 dan oshib ketishi kam holatlarda kuzatiladi va bu hodisa makromolekulalarning orientirlanishi bilan izohlanadi.

SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, ko'pgina amorf polimerlar uchun elastiklik moduli $2 \cdot 10^3$ MPa dan $6 \cdot 10^3$ MPa gacha o'zgarishi mumkin. Uning kattaligi deformatsiyalanish tezligiga bog'liq. Polimer materiali tarkibiga kiritiladigan to'ldirgichlar elastiklik modulini oshiradi, plastifikatorlar esa, aksincha, pasaytirib yuboradi.

Mustahkamlik deganda, namunaning tashqi kuch ta'sirida parchalanishga qarshilik ko'rsatish qobiliyati tushuniladi va MPa da o'lchanadi.

Uzoqqa chidamlilik deganda, namunani yuklashdan to uning parchalanishigacha sarflangan vaqt tushuniladi va soniyalarda o'lchanadi.

Polimerlarning uzoqqa chidamliligi, mustahkamligi va cho'ziluvchanligi ularning kimyoviy tarkibiga, tizimiga, fizik holatiga, haroratga va yuklash rejimiga kuchli bog'liqdir. Masalan, plastifikatsiyalangan polimerlarning mustahkamligi, uzoqqa chidamliligi plastifikatsiyalanmagan "toza" polimer materialining ko'rsatgichlariga nisbatan kichik, cho'ziluvchanligi esa yuqori bo'ladi. Polimer materiali tarkibiga kiritilgan yupqa dispersli to'ldirgichlar cho'ziluvchanlikni pasaytiradi. Kuchlanish oshishi bilan cho'ziluvchanlik ham oshib boradi. Harorat oshishi bilan cho'ziluvchanlik oshadi, ammo mustahkamlik va uzoqqa chidamlilik pasayadi.

Materialning ishqalanish koeffitsientini aniqlash usuli

Materialning friksion xossasi deganda, ishqalanish koeffitsienti bilan ifodalanadigan xossasi hamda eyilishga chidamliligi tushuniladi. Eyilish ishqalanish xarakteriga, materialni toliqishga qarshiligi xossasiga bog'liqdir. Ishqalanish jadalligi nafaqat tegib turadigan yuzalarning o'zaro harakatlanishi bilan, balki shu harakatni vujudga keltiruvchi kuch bilan aniqlanadi.

Ishqalanish koeffitsienti μ normal kuch ta'sirida tutashgan ikkita jismning bir-biriga nisbatan tangensial kuch ostida ko'chishiga ko'rsatiladigan qarshiligini ifodalaydi:

$$\mu = \frac{F}{p}$$

bu erda F va P – mos ravishda tangensial va normal kuchlar.

Ishqalanishga sinashda nafaqat tashqi holat (normal kuchlanish, harorat), balki tayanch yuza (sirt) (kontrjism)ni, yuzani sinashga olingan jism bilan o‘zaro tutashtirish holati (g‘adirdirlik, moylash) ishqalanish kinetikasi (tinchlik vaqti yoki harakat tezligi) va kinematikasi (sirpanish, tebranish, hamda berilgan siljitishga tebratish) birlashtiriladi (unifikatsiyalanadi). MDHda polimerlarning ishqalanish koeffitsientini aniqlash po‘lat bo‘yicha **30 sm/s** tezlik bilan sirpanishga standartlashtirilgan. Grasseli mashinasi yordamida sinash mumkin. Bu mashinani rezinalarni sinashga ham qo‘llaniladi (DavST 426-66). Bundan tashqari, tormozlarda qo‘llaniladigan materiallarni (shu jumladan polimerlarni) friksion issiqqa chidamlilikka (issiqbardoshlikka) sinash standartlashgan usuli ham mavjud (DavST 10851-64). Bunda tormozlarni ishlatish sharoitiga qarab, tezlik va yuklamalarni keng miqyosda o‘zgartirib, ishqalanish koeffitsienti aniqlanadi.

Ishqalanish paytida polimer yuza qatlaminin jadal parchalanishiga, **eyilish** deyiladi. Eyilish J ishqalanish yo‘lining uzunligi ΔL yoki ishqalanish ish birligi W hisobiga namunaning chiziqli o‘lchami Δh yoki hajmi ΔV ning kamayib borishi orqali aniqlanadi:

$$J_h = \frac{\Delta h}{\Delta L}$$

$$J_m = \frac{\Delta V}{\Delta L}$$

$$J_w = \frac{\Delta V}{W}$$

Buyumning turi va ishlatish sharoitiga qarab, eyilishga chidamliligi aniqlanadi. Turli polimerlardan ishlab chiqarilgan buyumlar (masalan, tishli uzatgichlar, g‘ildiraklar, turli moslama va qurilmalarning ishqalanadigan mintaqalari, shinalar, tormozlar, podshipniklar, pol yopqichlar (yog‘och, linoleum, turli plitalar, marmar) va boshqa shunga o‘xshagan buyumlarning eyilishga chidamliligi aniqlanadi.

Polimerlarning eyilishga chidamliligi jilvir (abraziv) zarrachalarning va metall to‘r saqlangan yuzalarning eyilishiga qarab aniqlanadi. Polimerlarning eyilishga chidamliligi jilvirlash qog‘ozida **30 sm/s** tezlik bilan sirpanishi yo‘li bilan aniqlanadi. Buning uchun SHopper, APG yoki MPI-2 rusumli mashinalardan qo‘llaniladi.

Bundan tashqari, po‘lat va cho‘yanlarda turli tezlik va yuklamalar ostida polimerlarning eyilishi davlat standarti DavST 10851-64 talablari asosida sinab ko‘riladi. Ba’zi bir paytlarda esa polimerlarning eyilishi **25 %** tebranish usulida (DavST 11529-65) va **12 %** sirpanishda (DavST 11225-65) sinab ko‘rilishi mumkin.

SHuni alohida ta’kidlash joizki, barcha standartlashtirilgan usullar (DavST 10851-64 bundan mustasno!) abraziv zarrachalardan qo‘llashga asoslangan bo‘lib, ular polimerni mikrokeshilishiga olib keladi.

FOYDALANILGAN DABIYOTLAR RO'YXATI.

1. "POLIMERLARNI QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASI" I.I. FATTOYEV, F.B.ASHUROV darslik 'BUXORO DURDONA NASHRIYOTI' 2018
2. «Основы технологии переработки пластмасс» pod red. V.N, Kulezneva i V. K. Guseva. Moskva. «Ximiya» 1995 g.
3. «Основы технологии переработки пластмасс» Bortnikov V.G. Leningrad. 1983 g.
4. «Практикум по технологии переработки пластмасс» pod red. V. M. Vinogradova i G.S. Golovkina. Moskva, «Ximiya» 1981 g.
5. «Общая технология резины» F. F. Koshelev i dr. Moskva «Ximiya» 1978 g.
6. «Ximiya i texnologiya lakokrasочных покрытий» A. D. YAKovlev. Leningrad. «Ximiya» . 1989 g.
7. Nanotexnologiya v bliyayshem desyatiletii (Prognoz napravleniya issledovaniy). Pod red. M.K.Roko, R.S. Uilyamsa i P. Alivisatosa. M. Mir, 2002g., 291str.
8. Abdurashidov T.R., Nizamov T.A. «Polimerlarni qayta ishlashning asosiy usullari» fani bo'yicha o'quv majmuasining elektron varianti, 2009 yil, Toshken kimyo-texnologiya instituti kutubxonasi.
9. «Polimer materiallarni sinashga oid praktikum» Y. M. Maxsudov. Toshkent kimyo-texnologiya instituti. Toshkent. «o'qituvchi» 1984 y.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. «Texnologiya pererabotki plasticheskix mass» G. A. SHvetsov i dr. Moskva. «Ximiya» 1988 g.
2. «Основы переработки пластмасс». V.E.Gul. M.S Akutin. Moskva. «Ximiya». 1985g.
3. «Texnologiya pererabotki plastmass». Pod red. N.I.Basova i V.Broya. Moskva. «Ximiya». 1985g.
4. «Ekstruziya». Pod red. V.A.Bragimskogo. Moskva. «Ximiya». 1980g.
5. «Texnologiya plasticheskix mass». Pod red. Akad. V.V.Korshaka. Moskva. «Ximiya». 1985g.
6. Abdurashidov T. R., Nizamov T.A. «Ppolimerlarni qayta ishlashning asosiy usullari» fanidan laboratoriya mashg'ulotlari bajarish uchun uslubiy qo'llanma. Toshkent kimyo–texnologiya instituti. Toshkent. 2008 y. 32 v.
7. http://www.mgup.mogilev.by/kafedra_htvs.htm
8. <http://www.chem.msu.su/rus/chair/vms/welcome.html> MGU
9. http://www.nirhtu.ru/index.php?option=com_content&task=section&id=16&Itemid=22 MXTI