

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI**

Aripova M.X., Babaxanova Z.A., Mukhamedbayeva Z.A.

KOMPOZITSION MATERIALLAR

TOSHKENT – 2019

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI
TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

Aripova M.X., Babaxanova Z.A., Mukhamedbayeva Z.A.

KOMPOZITSION MATERIALLAR

O‘QUV QO‘LLANMA

Texnika oliy o‘quv yurtlari talabalari
uchun oquv qo‘llanma

Toshkent - 2019

M.X.Aripova, Z.A.Babaxanova, Z.A.Mukhamedbayeva. Kompozitsion materiallar. O'quv qo'llanma.-Toshkent. 2019, 340 b.

Ushbu o'quv qo'llanmada talabalarga kompozitsion materiallarning tarkibi, tuzilishi, matritsali va dispers faza, zarrachalar, tolalar va struktura darajasida mustaxkamlashtirish, ishlab chiqarish texnologiyasi, tayyorlash usullari, kompozitsion materiallarning xossalari, mikrostrukturasi, g'ovakligi, mexanik mustaxkamligi ta'minlash va qo'llanilish imkoniyatlari bo'yicha nazariy va amaliy mavzular keltirilgan.

O'quv qo'llanma o'quv yurtlarining 5320400-Kimyoviy texnologiya (qurilish materiallari), 5320400-Kimyoviy texnologiya (silikat materiallari) yo'nalishining talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, undan silikat va qiyin erydigan materiallar texnologiyasi, materialshunoslik, kompozitsion material va buyumlar texnologiyasi ixtisosligi bo'yicha faoliyat yurituvchi ilmiy hodimlar, magistr hamda doktorant, muhandis va texnik hodimlar ham foydalanishlari mumkin.

Takrizchilar:

Axmerov Q.A. TKTU Umumiy va noorganik kimyo kafedrasida professori, k.f.d.

Tolipov N.H. - TDTU qoshidagi "Fan va taraqqiyot" DUK, texnika fanlari doktori

MUNDARIJA

KIRISH.....	7
-------------	---

I BOLIM. KOMPOZITSION SILIKAT MATERIALLAR

1-BOB. KOMPOZITSION MATERIALLAR TUSHUNCHASI

1-§. Kompozitsion silikat materiallar tasniflanishi (tolali, qatlamli, dispers mustaxkamlangan, nanokompozitlar).	12
2-§. Kompozitsion silikat materiallar texnologiyasida armirovka to'ldirgichlar o'lchamlari va armirovka sxemalari.....	17

2-BOB. KOMPOZITSION MATERIALLAR TUZILISHI

3-§. Kompozitsion materiallar holati, tuzilishi va xom ashyosi.....	23
4-§. Kompozitsion materiallarning asosiy komponentlari: mustaxkamlash (armirlash), matritsalar, interfeyslar (to'ldirgichlar).....	26
5-§. Tolali to'ldirgichlar turlari va xossalari.....	28
6-§. Matritsa materiallar turlari: termoreaktiv, termoplastik organik materiallar, keramika, metallar.....	43

3-BOB. KOMPOZITLAR NAZARIYASI

7-§. Kompozitsion materiallar ishlab chiqarishdagi fizik-kimyoviy jarayonlar. Kompozitlar nazariyasi.	63
8-§. Metall matritsali kompozitlarni turlari va olish jarayonlari. Duralcan jarayoni.	67
9-§. Keramik kompozitli materiallari. Kristallizatsiya va struktura.....	70
10-§. Uglerod-uglerodli kompozitlar.	74
11-§. Kompozitlar nazariyasi. Kompozitlar bilan dizayn.	78
12-§. Noan'anaviy kompozitlar. Nanokompozitlar. Biokompozitlar.....	80

4-BOB. KOMPOZITSION MATERIALLAR HOSSALARI

13-§. Kompozitsion materiallar hossalari- mikrostrukturasi, g'ovakligi, mexanik mustaxkamligi. Kompozitlarni gomogenlash.	95
14-§. Materiallar qattiqligi va mustaxkamligini ta'minlashda kompozitlarning asosiy mexanik hususiyatlarini ta'siri.	98

IKKINCHI QISM. KOMPOZITSION BOG'LOVCHI MATERIALLAR

5-BOB. SEMENT ASOSIDA KOMPOZITSION BOG'LOVCHI MATERIALLAR

15-§ Hrizotilsement kompozitsion materiallari.....	114
16-§. Xrizotilsement kompozitsion materiallarini ishlab chiqarishda.....	121
ishlatiladigan xom ashyo turlari	121
17-§ Asbest sement kompozitsion materiallarini ishlab chiqarish.....	147
texnologik sxemasi.....	147
18-§ Asbest sement kompozitsion materiallarni qoliplash jarayoni.....	166
19-§ Asbest sement kompozitsion listlarni ishlab chiqarish.....	174
20-§ Asbestsement kompozitsion quvurlarni ishlab chiqarish texnologik sxemasi.....	188
21-§ Rangli asbest-sement kompozitsion buyumlar texnologiyasi.....	208
22-§ Texnologik jarayonning nazorati va tayyor maxsulotlarning sifati.....	212

6-BOB. PORTLANDSEMENT ASOSIDA KOMPOZITSION BOG'LOVCHI MATERIALLAR

23-§. Portlandsement.....	219
24-§ Alyuminatli portlandsement.....	222
25-§. Shlakli portlandsement.....	224

7-BOB. BOG‘LOVCHI MODDALI KOMPOZITSION ARALASHMALAR

26-§ Bog‘lovchi moddali maxsus turdagi kompozitsion aralashmalar turlari.....	235
27-§ Polimersement kompozitsion aralashmalar	239

8-BOB. GIPS ASOSIDA KOMPOZITSION MATERIALLAR

28-§. Havoda qotadigan gips asosida kompozitsion materiallar.....	242
29-§. Tabiiy gips toshi va uning asosida maxsulotlar.....	246
30-§.Gips bog‘lovchilarining qotishiga qo‘shilmalarning ta’siri.....	257
31-§. Yuqori haroratli gips asosida maxsulotlar ishlab chiqarish texnologiyasi.....	263

9-BOB. ERUVCHAN SHISHA ASOSIDAGI BOG‘LOVCHI KOMPOZITSION MATERIALLAR

32-§. Kislotabardosh kompozitsion materiallar tarkibi va hossalari.....	275
--	------------

10 BOB. BETON ASOSIDAGI KOMPOZITSION MATERIALLAR

33-§. Betonlarning turlari.....	282
34-§. Betonlarning xossalari.....	288
35-§. Beton qorishmasining tarkibi.....	289

11-BOB. KOMPOSITSION MATERIALLARNI QO‘LLANILISHI

36-§. Kompozitsion materiallarni qurilish, mashinasozlik va texnikada qo‘llanilishi.....	304
GLOSSARIY.....	316
ADABIYOTLAR.....	326
QO‘SHIMCHA MATERIALLAR.....	329

KIRISH

Zamonaviy texnologiyalarning rivojlanishi an'anaviy materiallarga nisbatan yuqori mexanik ko'rsatkichlarga, elastiklik va boshqa xususiyatlarga ega bo'lgan yangi turdagi materiallarni talab qiladi. Eng qiziqarli va istiqbolli maxsulotlar qatoriga polimer, keramika va metallar asosida olingan kompozitsion materiallar kiradi. Zamonaviy muhandislikda polimer, keramika, metall matritsali kompozit materiallar tobora ko'proq foydalanilmoqda va ular yangi texnologiyalarning ortib borayotgan talablariga javob beradigan boshqa materiallar bo'lmagan hollarda qo'llanilmoqda.

Hozirgi zamonda biz kompozitsion materiallar bilan nafaqat texnologiyada, balki kundalik amaliyotda ham har kuni duch kelamiz, shuning uchun ushbu materiallarning asosiy xususiyatlarini bilish va ulardan to'g'ri foydalanish muhim hisoblanadi. Ushbu qo'llanmada kompozit materiallarni turlari, ularning ashyolari, tayyorlash usullari va ulardan foydalanish imkoniyatlari, kompozitsion materiallar texnologiyasining asosiy printsiplari va kompozitlarning eng muhim turlari to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

Kompozitsion materiallar qat'iy, ko'pincha qarama-qarshi bo'lgan talablarga javob beradigan materiallarning asosiy sinfi hisoblanadi, masalan, yuqori harorat, mexanik kuchlar va agressiv kimyoviy muhit ta'siriga bardosh bo'lgan maxsulotlar ishlab chiqarish uchun qo'llaniladi.

Zamonaviy kompozitsion materiallar fani so'nggi o'n yillikda dinamik rivojlanishga, asosan kompozitlardan aviasozlik va kosmiksozlikda foydalanishi bilan bog'liq. Bunga misol sifatida Amerika Qo'shma Shtatlarida transatmosfera reyslari uchun aerokosmik transport vositalarini ishlab chiqish bo'yicha loyihani amalga oshirish bilan bog'liq muammolarni hal qilish zarurati keltirish mumkin. "Orient Express" deb nomlangan uchish apparati zamonaviy aerodromlarning odatdagi uchish-qo'nish yo'laklariga qo'nishi mumkin deb taxmin qilinadi. AQShning g'arbiy sohilidan Osiyo mamlakatlariga parvoz ikki soatdan kam davom etadi. Parvoz paytida samolyotning ba'zi tarkibiy elementlari 1800 °C haroratiga qizishi mumkin,

shuning uchun bunday materiallarni ishlab chiqarish uchun metall materiallardan foydalanish maqsadga muvofiq emas. Samarali echimga faqat yuqori mexanik mustaxkamlik, qattqlik, issiqqa chidamli va engil kompozit materiallardan foydalanish orqali erishish mumkin.

Kompozitlar alyuminiy, titan, po‘lat kabi konstruksion materiallar bilan samarali raqobatlasha oladi. Kompozitsion materiallardan faol foydalanadigan tarmoqlar aviatsiya, kosmonavtika, dengiz transporti, kimyoviy muhandislik, tibbiyot, sport, turizm, mashinasozlikni o‘z ichiga oladi. Kompozitlar avtoulavlar, temir yo‘l transporti vositalari, samolyot, kosmik va dengiz kemalari, yaxta, suv osti kemalari, suyuqliklarni saqlash uchun maxsus idishlar, quvurlar, sport anjomlari ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. Dastlab, harbiy soxada qo‘llanish uchun ishlab chiqilgan materiallar, birinchi navbatda samolyotshunoslikda tadbiq etilib, hozirda sanoatining ko‘plab sohalarida joriy etilmoqda.

Qoida tariqasida kompozit materiallarning yuqori narxini ta’kidlash mumkin, bu texnologik jarayonlarning murakkabligi va ishlatiladigan komponentlarning yuqori narxi bilan bog‘liq. Shu bilan birga, texnologik jarayonlar sonini, tarkibiy qismlar sonini kamaytirish, murakkab tuzilmalarni ishlab chiqarishda montaj ishlarini kamaytirish natijasida tejash imkoniyati mavjudligini ta’kidlash lozim. Kompozitsion materiallar ishlab chiqarish texnologiyasining murakkabligi metallardan tayyorlangan mahsulotga nisbatan 1,5-2 baravar kamaytirilishi mumkin. 80-yillarning boshlarida zamonaviy kompozit materiallarni ishlab chiqishda.

Kompozitsion materiallarni yaratilish tarixi tsivilizatsiya rivojlanishining boshiga borib taqaladi. Insonning kompozit materiallardan foydalanish tarixi ko‘p asrli tarixga ega, ilk bor insonlar kompozit materiallar g‘oyasini tabiatdan o‘rgangan.

Miloddan 5000 yil avval olingan birinchi g‘isht va kulol idishlar quyoshda quritilgan murakkab mahsulot hisoblangan. Lekin ularni pishirish davomida qisqarishi mahsulotni yorilishiga sabab bo‘lishi kuzatilgan. Bu hodisani oldini olish maqsadida qadimdan boshlab loy-tuproq tarkibiga qum eki organik qo‘shimchalar (somon, daryo qamishlari kabi) qoshilib, kompozitsion material olingan.

O'zbekistonning hududida ham qadimiy inshootlar qurishda loy-tuproq tarkibiga qum eki organik qo'shimchalar (somon, daryo qamishlari kabi) qoshilgan kompozitlar qollanilgan, Miloddan avval VI-IV asrlarda So'g'diyonada ko'plab shahar va qishloqlarning barpo etishda qo'l kelgan. Xususan, bu davrga oid Uzunqir, Erqo'rg'on, Afrosiyob, Lolazor, Xo'ja Bo'ston, Sangirtepa, Chordara, Qo'rg'oncha, Ko'ktepa kabi 50 dan ziyod qurilma yodgorliklar saqlanib qolgan.

Birinchi polimerli mustahkamlovchi materiallar Bobilda miloddan avvalgi 4000-2000 yillarda ishlatilgan. Bular mustahkamlangan bitum qatroni asosida qurilish materiallari edi. Miloddan avvalgi uchinchi ming yillikda Misr va Mesopotamiyada. e. bitum bilan to'yingan qamishzorlardan daryo qayiqlari qurilgan. Dizayn bo'yicha ular bugungi kunda ham Nil deltasi aholisi foydalanadigan kemalarga o'xshaydi va ba'zi taxminlarga ko'ra ularni zamonaviy shisha tolali tomirlarning o'tmishdoshlari deb hisoblash mumkin.

Misrda qadimda qog'ozga o'xshash va yog'och bilan qamish choyshablarini tsellyulozaga qo'shish natijasida kompozitsion material yaratilgan bo'lib, mumifikatsiya san'ati keng tarqalgan.

Ossuriyaliklar Miloddan 1000 yil avval suv o'tkazmaydigan bitum bilan namlangan to'qilgan qayiqlar yordamida ponton ko'priklar qurgan. Gufalar deb nomlanuvchi ushbu qayiqlar bugungi kunda Yaqin Sharqda hali ham ishlatilmoqda. G'arbiy Osiyo va Xitoyda bir vaqtning o'zida yog'och va shox qatlamlariga asoslangan kompozit materialdan kamonlar yasalgan.

Qisqichbaqasimon tozalash uchun ishlatiladigan tabiiy lak, Hindiston va Xitoyda bir necha ming yillardan beri qilichlarning qobig'ini to'ldirish va uni mayda qum bilan aralashtirish orqali maydalash uchun ishlatilgan. So'nggi misol zamonaviy polimer asosidagi silliqlash g'ildiraklarining prototipidir. Miloddan avvalgi 500 yil orasida deyarli hech qanday yangi materiallar paydo bo'lmadi, lekin dizayn masalalarida katta muvaffaqiyatlarga erishildi. Shunday qilib, kompozit materiallar texnologiyasi texnologiyasining boshlanishi qadimgi davrlarga borib taqaladi.

Turli materiallarning kombinatsiyasi hozirgi kunda yangi turdagi materiallarni

yaratishda eng muhim usul bo'lib qolmoqda.

Mamlakatimizda qo'shimcha qiymatga ega bo'lgan sanoat mahsulotlari ishlab chiqarish ko'lami kun sayin kengayib borayapti. Natijada ichki bozor import o'rnini bosuvchi mahsulotlar bilan to'ldirilishi barobarida, eksport salohiyati oshmoqda. Shubhasiz, bu borada sanoat kooperatsiyasi asosida tayyor mahsulotlar, butlovchi buyumlar va materiallar ishlab chiqarishni mahalliyashtirish bo'yicha hayotga tatbiq qilinayotgan loyihalar muhim omil bo'layotir.

2019 yilning birinchi yarmida ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish yakunlariga bag'ishlangan majlisida ta'kidlanganidek, import o'rnini bosuvchi mahsulotlar ishlab chiqarishni mahalliyashtirish borasida ham muayyan yutuqlarga erishilmoqda. Ishlab chiqarishni mahalliyashtirishda yetakchi bo'lgan yirik loyihalarni sifatida "Navoiyazot" negizida 100 ming tonna polivinilxlorid, Toshkent metallurgiya zavodida 500 ming tonna metall prokati, "Kvars", "Sirdaryo Glass" va "Zarafshon oyna" korxonalarida oyna ishlab chiqarish loyihalari yiliga 2,5 milliard dollar miqdorida mahalliyashtirish mahsulot ishlab chiqarish imkonini berishi ta'kidlanadi.

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 09.24.2019 yildagi 802-sonli "2019–2022 yillarda Toshkent viloyatining sanoat potentsialini rivojlantirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida" gi qarorida 2019–2022 yillarda zamonaviy qurilishda keng qo'llaniladigan kompozitsion materiallar ishlab chiqarishni rivojlantirishga aloxida e'tibor qaratilgan. Xususan, fibrosement, kompozit panellar va qurilish materiallari, kompozit armatura, shisha tolali quvurlar va smolalar, quruq aralashmalar va aglomeratlar, ikki qavatli polietilen quvurlar, temir-beton, issiqlik izolatsiyasi g'ishtlari, shisha kristalli va keramogranit plitkalar, issiqlik izolyatsiyalovchi materiallar (shisha tolali mineral paxta), ko'piklar va sendvich panellar ishlab chiqarish uchun yangi korxonalar ochilishi rejalashtirilgan.

Ta'kidlash kerakki, iqtisodiyotimizning yetakchi sohalaridan biri bo'lgan qurilish materiallari sanoatida ham ko'plab shunday istiqbolli loyihalar muvaffaqiyatli amalga oshirilmoqda. Natijada armatura o'rnini bosadigan yangi qurilish materiali — nometall armatura ishlab chiqarish o'zlashtirildi. "Arm

Composit” savdo belgisi ostida tayyorlanayotgan bu mahsulot poytaxtimizdagi “Bo’ston tekstil” mas’uliyati cheklangan jamiyatida Mahalliyashtirish dasturi doirasida olib borilgan izlanishlar samarasidir.

Sohada, ayniqsa, kichik biznes subyektlari tomonidan ishlab chiqarishga ilg‘or texnologik yechimlar, innovatsion ishlanmalar izchil joriy etilib, nou-xaular unumli qo‘llanilayotgani tamomila yangi, arzon va sifatli mahsulotlar tayyorlashni o‘zlashtirishda qo‘l kelayapti. Kompozitsion nometall armaturalar shular sirasiga kiradi. Nometall armatura asosi shisha va bazalt tolasidan iborat bo‘lib, soha mutaxassislari uni qisqacha “shishaplastik armatura” deb atashadi. U metall armatura bilan solishtirilganda, mustahkamligi, yuqori sifati va turli tashqi ta’sirlarga chidamliligi bilan ajralib turadi. Shu bois bunday armaturalarga jahon bozorida talab tobora oshib borayapti. Yurtimizda ham unga ehtiyoj kattaligi sababli, yangi mahsulotni ishlab chiqarish yo‘lga qo‘yilmoqda.

Ma’lumki, qurilishda armatura eng muhim materiallardan biri hisoblanadi. Odatda, u po‘latdan tayyorlangani tufayli ish jarayonida birmuncha murakkabliklarni keltirib chiqaradi. Chunki og‘ir metallni tashish, tepaga chiqarish sarf-xarajatni oshirishdan tashqari, vaqtni ham oladi. Yangi mahsulot esa, sifat ko‘rsatkichlari bo‘yicha po‘lat armaturadan aslo qolishmaydi, hatto ustunlikka ham ega. Masalan, vazni ancha yengil, bahosi esa ikki barobar arzon, qimmat baxo metallni tejashga imkoniyat beradi. Shuning uchun bugungi kunda dunyoning ko‘plab davlatlarida nometall armaturalardan keng foydalaniladi.

Hozirgi paytda “Arm Composit” savdo belgisi ostida oyiga o‘rtacha 100 kilometr uzunlikdagi kompozitli armaturalar ishlab chiqarilayapti. Ularning og‘irlik ko‘tarish xususiyati ham yuqori ekanligi quruvchilarga ma’qul: diametri 18 mmli metall armaturalar o‘rnini 14-16 mmli shishaplastik armaturalar bosa oladi. Bu import o‘rnini bosuvchi mahsulotlar ishlab chiqarishni bir necha barobar oshirish, ichki bozorni arzon va yuqori sifatli kompozitli mahsulotlar bilan to‘ldirishga xizmat qiladi.

I BOLIM. KOMPOZITSION SILIKAT MATERIALLAR

1-BOB. KOMPOZITSION MATERIALLAR TUSHUNCHASI.

1-§. Kompozitsion silikat materiallar tasniflanishi (tolali, qatlamli, dispers mustaxkamlangan, nanokompozitlar).

Konstruksion materiallarning mexanik mustahkamligini oshirish – mashinasozlikda eng dolzarb muammo bo‘lib qolmoqda. Ammo materiallarning mustahkamligi oshishi ularning plastikligini keskin pasayishiga va sinishga moyilligini oshirishga olib kelmoqda. Bu esa yuqori mustahkamlikga ega bo‘lgan materiallarning konstruksion material sifatida qo‘llanilishiga to‘sqinlik qilib kelmoqda.

Plastiklikga ega matritsa va yuqori mustahkamlikga ega bo‘lgan tolalar (matritsadan mustahkamligi ancha yuqoriroq bo‘lgan materiallar) asosida olingan kompozitsiyalar konstruksion materiallarning ekspluatatsion xossalarini keskin kengaytirib bormoqda. Albatta, eng zamonaviy turbinalar yoki kosmik texnikasi konstruksiyasini agressiv muhitda ishlay oladigan va yuqori darajali yuklanishlarni ko‘tara oladigan materiallarsiz hozirgi vaqtda tasavvur etib bo‘lmaydi.

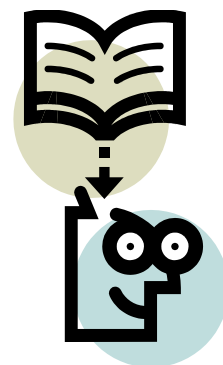
Kompozitsion materiallar chuqur tarixga ega va tabiatda keng uchraydi. Misol tariqasida kokos palmasining barglarini keltirishimiz mumkin: barg tuzilishi armirovka – mustahkamlashtiruvchi tolalar joylashgan konsol deb tushuntirilsa ham bo‘ladi. Yog‘och ham o‘z navbatida tolali kompozitdir: sellyuloza tolalari lignin matritsasida joylashgan. Sellyuloza tolalari cho‘zilish bo‘yicha yuqori mustahkamlikga ega va yuqori darajada egiluvchanlikga ham ega (ammo qattiqligi past), lignin matritsasi esa o‘z navbatida ushbu tolalarni birlashtirib, materialning qattiqligini ta’minlaydi. Suyak – tabiiy kompozitsion materialga yana bir namuna bo‘la oladi. Suyak butun tanadagi jismlarning og‘irligini ko‘taradi. Suyak qisqa va yumshoq kollagen tolalaridan iborat bo‘lib, ular apatit nomli mineral matritsada joylashgan bo‘ladi. Vayner va Vagnerlar (1998) suyakning strukturasini va xossalarini yaxshi o‘rgangan. Eliss (2000) va Ueynraytlar esa (1982) struktura-funksiya va uning o‘simlik va hayvonot olamida tarqalishi xaqida o‘z ishlarini taqdim

etganlar. Tabiiy kompozitlardan tashqari kompozitsiyalar konsepsiyasi juda ko'p texnik materiallar yaratishda ham keng qo'llanilib kelgan.

Masalan, kauchukdagi saja, portlansementning yoki asfaltning qum bilan qorishmalari (beton yoki asfalt beton) ushbu materiallarga misol bo'la oladi. Shunday qilib ta'kidlash kerak-ki, kompozitsion materiallar konsepsiyasi yangi deb qabul qilina olmaydi. Ammo kompozitsion materiallarning zamonaviy texnologiyalari oxirgi zamonda keng rivojlanib, fanning innovatsion yo'nalishlaridan biriga aylanib kelmoqda.

XX asrning oxiriga va XXI asrning boshlariga to'g'ri kelgan kompozitsion materiallar innovatsion texnologiyalari fanining rivojlanishi va innovatsion g'oyalari mashinasozlik, avia-, kosmik-texnikasi, atom energetikasi, elektronika materiallari, kompyuterlar va boshqa sohalarni keskin rivojlanishiga olib keldi.

Kompozitsion materiallar – turli xossalarga ega bo'lgan komponentlardan tashkil etgan murakkab sistemalar hisoblanib, ular bir butunlik hamda mustahkamlikni ta'minlovchi elastik va qattiq fazalar aralashmasidan tashkil topadi. Bunda har bir aloxida olingan komponent kompozitsion materiallning hamma xossaxususiyatlariga to'liq javob bera olmaydi. Optimal sharoitlarga javob beradigan komponentlarni to'plab belgilangan talablarga javob beradigan kompozitsion materiallarni yaratish mumkin.



Bu kompozitsion materiallarning eng kuchli tomonlaridan biridir: kerakli xossaxususiyatlari ta'minlash maqsadida turli komponentlarni tanlash imkoniyati mavjud bo'lib, har bir ekspluatatsiya sharoitlari (aerokosmik strukturalar, lodkalar, avtomobil yoki elektr dvigateli uchun) uchun maksimal effektivlikga ega bo'lgan maxsus material yaratish imkoniyatini mavjud.

Schiyer va Yurgens (1983) kompozitlarni reaktiv samoletlarida qo'llanilishi o'rganib, shunday xulosa qiladilar:

"Kompozitlar (kompozitsion materiallar) loyihalash uchun keng imkoniyatlar

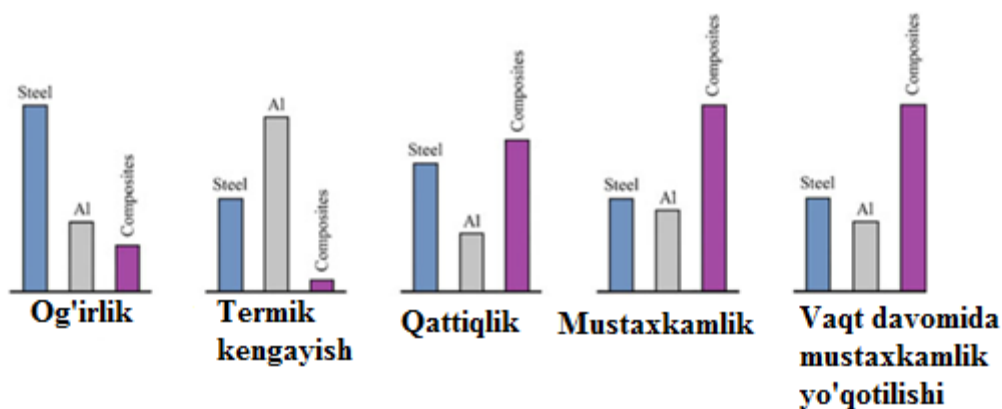
tug'dirdi, materiallar dizaynerlari har bir yo'nalish uchun ularning og'irligini va narxini e'tiborga olgan holda turli xossalarga ega bo'lgan yangi materiallarni yaratishga katta va cheksiz imkoniyatlar berdi".

Oxirgi yillarda metall va nometallar asosida yuqori mustahkamlik va qattqlikka ega bo'lgan noorganik tolalar, ipsimon kristallar, noorganik zarrachalar bilan armirovka (mustahkamlashtirilgan) qilingan sun'iy kompozitlar qatorlari yaratildi.

Tolalar sifatida turli kristallarning ipsimon shakllari, SiO_2 , SiC , Al_2O_3 tarkibli yo'naltirilgan kristallizatsiya yoki pardan yupqa simga cho'ktirish usullari yordamida hosil qilingan yupqa kvars tolalari qo'llanilmoqda.

Hamma sun'iy kompozitsion materiallarning umumiy strukturasi turli komponentlarning bir hajmda joylashishi bilan bog'liq, bu yerda bir komponent plastiklikka ega (bog'lovchi), boshqa komponent esa yuqori mustahkamlik va qattqlikka ega (to'ldirgich) bo'lishi shartlidir.

Kompozitsion materiallar rivojlanishi 1965 yildan boshlab keskin qadamlar bilan boshlandi. 1960-chi yillardan boshlab yuqori mustahkamlikka, qattqlikka ega bo'lgan va yengil materiallarga turli sohalarda ehtiyoj o'sib bordi – aerokosmik texnika, energetika va qurilishda. Shu vaqtda bu materiallarga qo'yilgan yangi talablar shunchali yuqori va turli bo'lganligi munosabati bilan hech qanday an'anaviy material bu talablarga to'liq javob bera olmadi. Va o'z navbatida bu sharoitlar kompozitsion materiallarning konsepsiyasiga katta e'tiborni qaratdi.



1-rasm. An'anaviy monolit materiallarning va kompozitsion materiallarning xossalari solishtirish (og'irligi, termik kengayishi, qattqligi, mexanik

mustahkamligi, vaqtga bardoshligi)¹

1-rasmda monolit materiallar (alyuminiy va po‘lat) va kompozitsion materiallarning xossalari solishtirilgan (Deutsch 1978). Bu rasmdan ko‘rinib turibdiki, kompozitsion materiallarni qo‘llash natijasida konstruksiyalarning og‘irligini, termik kengayishini keskin kamaytirish (4-10 marotabaga), shu vaqtning o‘zida qattqlik va mexanik mustahkamlik, vaqtga bardoshlik ko‘rsatkichlarini keskin (2-3 marotabaga) oshirish mumkin.

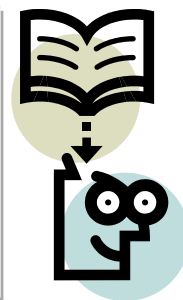
Kompozitsion materiallar texnologiyasini rivojlanishi yana bir tamoyil bilan bog‘liqdir - ilm va fan rivojlanib, ishlab chiqarish va loyihalash ishlari bilan bir vaqtda olib borildi. Yangi material yaratilishidan boshlab uni ekspluatatsiyaga kiritishgacha olib borish, ishlash vaqtida uning xossa xususiyatlari nazorat qilish, ishlab chiqarish nuqsonlarini tekshirish natijasida kompozitsion materiallarning xossalari keskin rivojlanib bordi. Bu borada yoqilg‘ini tejashga ham katta e‘tibor qaratildi. Shuning uchun hayot va ishlab chiqarishni hamma sohalarida yengil, ammo mustahkam va qattiq strukturalarga talab va ehtiyoj tobora o‘sib bordi. Zamon talablariga va progressiv texnologiyalarning rivojlanishiga eng asosiy turtki bo‘lib kompozitsion materiallarning rivojlanishini keltirishimiz mumkin.

Shisha tolalar bilan mustahkamlashtirilgan smolalar yigirmanchi asrning boshlaridan qo‘llanilib kelmoqda. Shisha tolalar asosida olingan kompozitlar yengil va mustahkamlikga ega bo‘lib, qattqligi (Yung moduli) unchalik yuqori emasligi bilan ajralib turadi. XX asrning oxirlarida yangi “zamonaviy (takomillashtirilgan) tolalar kashf etildi: bor, uglerod, kremniy karbidi va alyuminiy oksidi (Chaula 1998, 2005) asosida olingan bunday tolalarning Yung moduli (modul uprugosti) yuqori ko‘rsatkichlarga egaligi aniqlandi. Bu tolalar smola, metall va keramik matritsalarda armirovka komponentlari sifatida xozirgi vaqtda keng qo‘llanib kelmoqda.

¹ Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012.- 4 p.

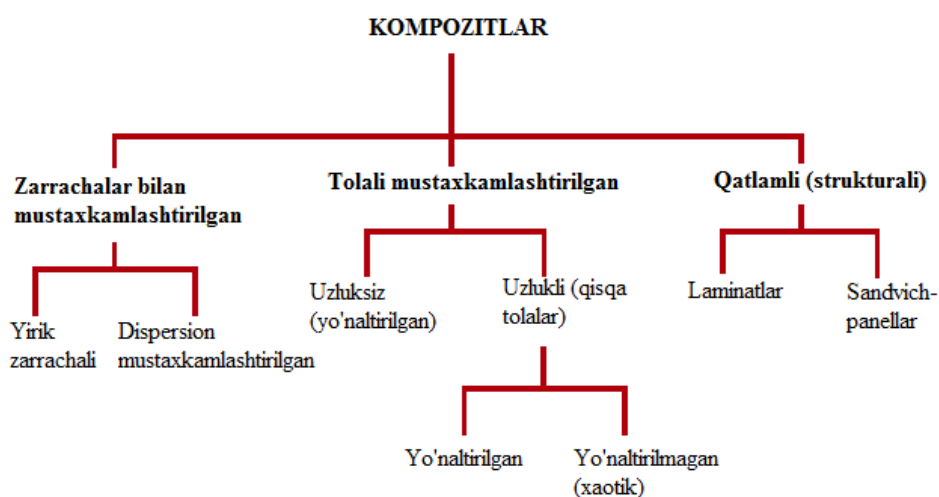
Kompozitsion materiallar qo'yidagi shartlarga javob berishi kerak:

1. Material ishlab chiqarilgan bo'lishi kerak (tabiiy kompozitsion materiallar – masalan, yog'och bu guruhga kirmaydi).
2. Material ikki yoki ko'proq fizikaviy va kimyoviy har xil bo'lgan, matritsa (interfeys) ichida tartibli joylashgan fazalardan tashkil topgan bo'lishi kerak.
3. Kompozitning xossa-xususiyatlari xech qaysi uning alohida komponentlarida to'liq xajmda namoyon bo'la olmaydi.



Tolali mustahkamlashtirilgan kompozitlar boshqa turdagi kompozitlardan ko'ra keng qo'llanilishi, ko'pgina materiallarning tolali ko'rinishida eng yuqori mustahkamlikka egaligi bilan bog'liqdir. Ammo tolali kompozitlarda mustahkamlashtirish asosan tola yo'nalishiga parallel bo'ladi, demak hosil bo'lgan kompozit anizotrop xossalarga ega bo'ladi. Agar kompozit hamma yo'nalishda bir xil xossalarga ega bo'lishi kerak bo'lsa (izotrop modda), laminat yoki ikki turdagi materialdan tashkil topgan sendvich panellarni tanlash mumkin. Ba'zi vaqtlarda esa kompozitlarda qo'llanilgan tolalar mustahkamligiga katta e'tibor berilmaydi: masalan, yuqori o'tkazgichlarda o'tkazuvchi matritsa bilan birgalikda ultra ingichka tolalar qo'llaniladi.²

Biz bu fan modulida qo'yidagi kompozitlar turlarini va ularni ishlab chiqarish texnologiyasi o'rganib chiqamiz:

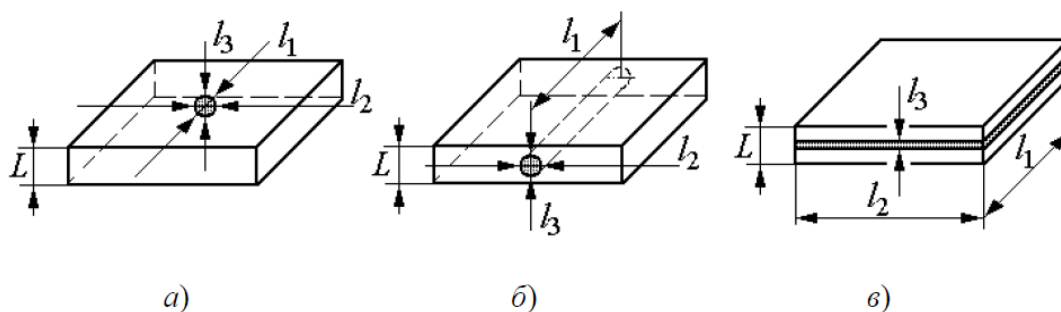


2-rasm. Kompozitlar turlari.

² Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012.- 5 p.

2-§. Kompozitsion silikat materiallar texnologiyasida armirovka to'ldirgichlar o'lchamlari va armirovka sxemalari.

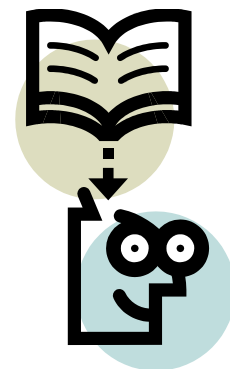
To'ldirgichning turiga qarab kompozitsion materiallar *dispers-mustahkamlashtirilgan, tolali va qatlamli kompozitlarga ajraladi.*



3-rasm. Armirovka to'ldirgichlar: a- nol o'lchamli, b – bir o'lchamli; v- ikki o'lchamli, l_1, l_2, l_3 - to'ldirgich o'lchamlari; L – matritsa qalinligi.

Armirovka to'ldirgichlar o'lchamlari bo'yicha nol o'lchamli (to'ldirgichning o'lchamlari uch tomonlama yo'nalish bo'yicha bir hil kichkina qiymatga ega: kukun, dispers moddalar, nanokukunlar); bir o'lchamli (to'ldirgichning o'lchamlari ikki tomonlama yo'nalish bo'yicha bir hil kichkina qiymatga ega, bir yo'nalish boyicha katta ko'rsatkichga ega: uzluksiz va qisqa tolalar, moylov, ignasimon kristallar); ikki o'lchamli (to'ldirgichning o'lchamlari ikki tomonlama yo'nalish bo'yicha katta ko'rsatkichga va bir yo'nalish boyicha kichkina qiymatga ega: qatlam, list, qavatlar) (3-rasm).

To'ldirgichlar zarrachalarini ko'rinishi bo'yicha tolali va dispers turlariga ajraladi (poroshoklar). Armirovka to'ldirgichlarning joylashishi bo'yicha (rasm 1.4-1.5) tolali kompozitsion materiallar 3 guruhga ajraladi: bir o'qli, ikki o'qli va uch o'qli (fazoviy) mustahkamlashtirish (armirovka).



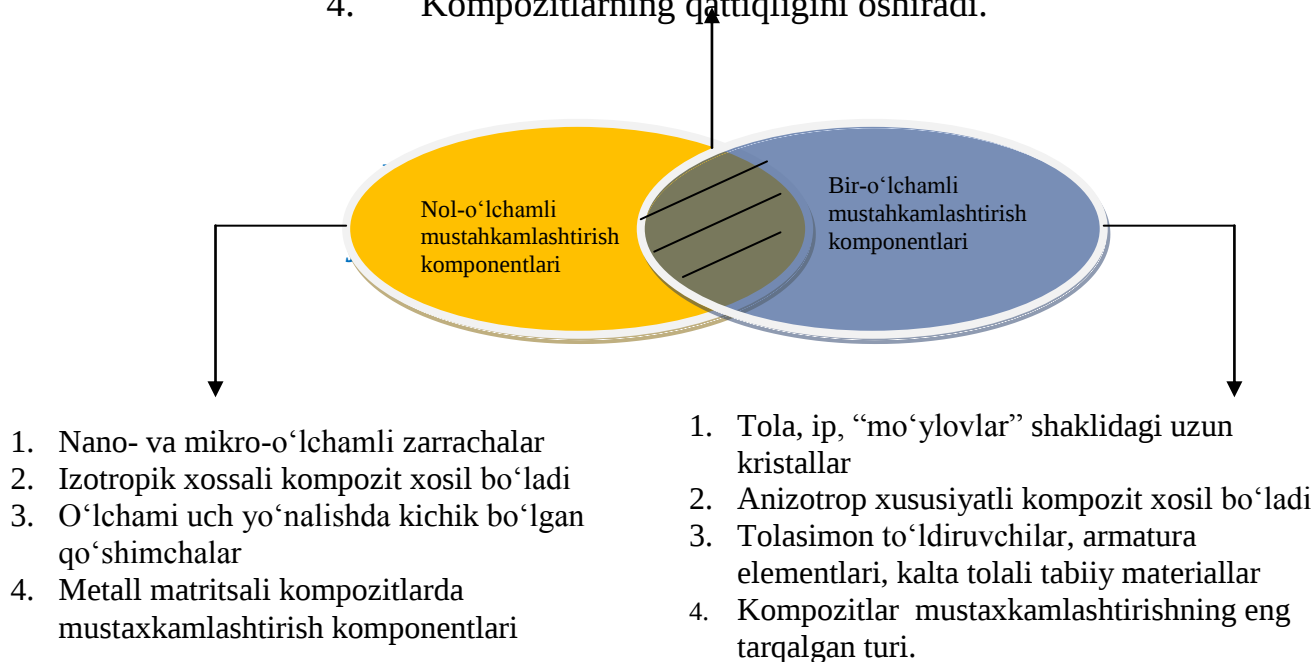
Bir o‘qli mustahkamlashtirishda to‘ldirgichning miqdori 1...5%ni, ikki o‘qli armirovkada – 15...16%, uch o‘qli armirovkada –15%dan ortiq bo‘ladi. Qatlamli kompozitlarda to‘ldirgich sifatida qog‘oz, mato yoki asbestning tekis listlari qo‘llanilishi mumkin.

Material xossalarining kompleksini kengaytirish yoki ba’zi xossasini kuchaytirish maqsadida kompozit tarkibida bir vaqtning o‘zida turli shakldagi to‘ldirgichlar ham qo‘llanilishi mumkin (bir va ikki o‘lchamli), ba’zi vaqtlarda bir shakldagi ammo har xil o‘lchamdagi to‘ldirgichlar ko‘llaniladi.

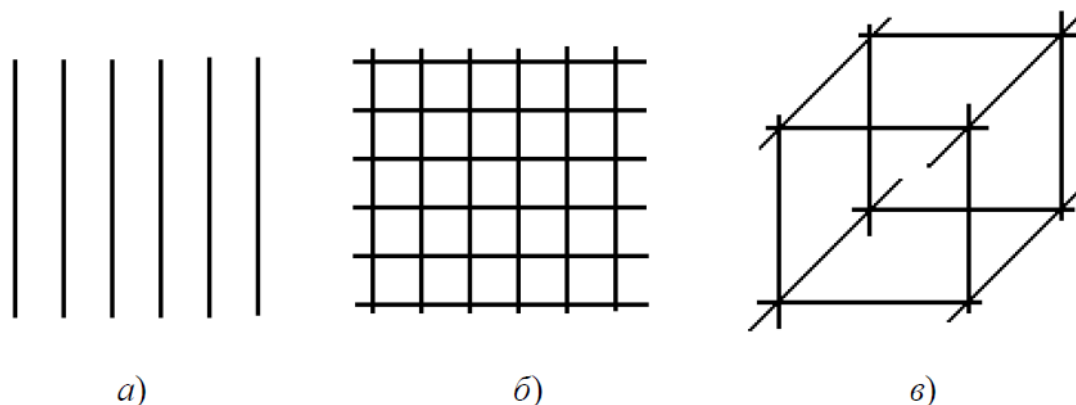
“Venn diagrammasi” yordamida “Nol-o‘lchamli mustahkamlashtirish komponentlari” va “Bir-o‘lchamli mustahkamlashtirish komponentlari”ni solishtirish.

Umumiy jixatlari:

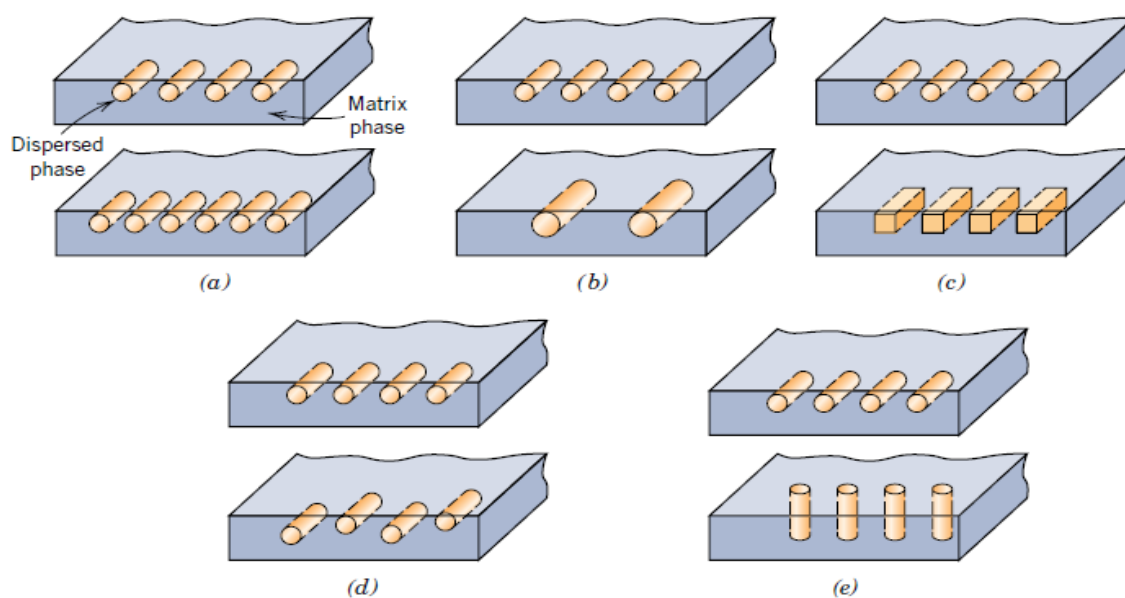
1. Kompozitlarda mustahkamlashtiruvchi vazifasini bajaradi.
2. Kompozitlarning termik bardoshligini oshiradi.
3. Kompozitlarning mustahkamligini oshiradi.
4. Kompozitlarning qattiqligini oshiradi.



Ikki va undan ko‘p turdagi mustahkamlashtirish to‘ldirgichlari qo‘llanilgan kompozitsion materiallar poliarmirovka qilingan deb ataladi.



4-ram. Armirovka sxemalari: a – bir o‘qli; b – ikki o‘qli; v – uch o‘qli.



5-rasm. Kompozitlar xossalariga ta‘sir etuvchi dispers faza zarrachalarining turli xil geometrik va fazoviy ko‘rsatkichlari: a – konsentratsiya, b - o‘lchamlar, c - shakl, d-shakl, e – zarrachalar yo‘nalishi (oriyentatsiyasi).³

³ William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 629 p.

Amaliy mashg'ulot. Kompozitsion materiallar texnologiyasida qo'llaniladigan noorganik matritsa materiallari va ularning xossalarini o'rganish.

Ishning maqsadi:

Metal va keramik matritsa materiallari tarkibi va xossalarini o'rganish.

Metall matritsa materiallari va ularning xossalari.

Metall - bu universal konstruksion material. Metallar o'zining mustahkamligi va qattiqligi bilan ajralib turadi. Metallar plastik deformatsiya qilinishi va ularning xossalari turli usullar bilan kuchaytirilishi mumkin, bu asosan dislokatsiyalar deb ataladigan chiziqli defektlarning harakati bilan bog'liq bo'ladi. Metall matritsali kompozitlarning (MMK) 3 turi mavjud:

- Dispers-mustahkamlashtirilgan MMK
- Qisqa tola va mo'ylovlar bilan armirovka qilingan MMK
- Uzluksiz tola va listlar bilan armirovka qilingan MMK.

Evtektik kompozitsion materiallar Al, Mg, Su, So metallari asosida olingan. Alyuminiy kompozitlari yengilligi, kichik zichligi va yuqori mustahkamligi munosabati bilan aerokosmik sohada keng qo'llaniladi. Al-Cu-Mg va Al-Zn-Mg-Cu tarkibli qotishmalar ham katta e'tiborga ega.

Alyuminiy-litliy qotishmalari maxsus dispers-qotadigan alyuminiy qotishmalar turiga mansub. Alyuminiyga litliy qo'shilganda qotishmaning yanada zichligi pasayadi va elastiklik moduli o'sadi. Bunday tarkiblar asosan aerokosmik yo'nalishlarda foydalaniladi. Al-Li, Al-Cu-Mg va Al-Zn-Mg-Cu qotishmalari ham evtektik kompozitlar sinfiga kiradi.

Nikel asosidagi evtektik kompozitlar – olovbardosh materiallar sifatida raketa va kosmik texnikasida qo'llaniladi.

Nikel matritsali kompozitsion materiallarda mustahkamlashtirish komponenti sifatida toksik toriy oksidi (ThO_2) yoki gafniy dioksidi qo'llaniladi (HfO_2). Bu kompozitsion materiallar VDU-1 va VDU-2 deb ataladi: ular plastik xossalarga ega,

turli usullar yordamida ishlov berilishi mumkin (kovka, shtampovka, osadka, chuqur tortib olish). VDU tarkibli detallarni paylashda yuqori haroratli payvandlash yoki diffuzion svarka qo'llaniladi. Aviatsiya dvigatellarini tayyorlashda VDU-2 kompozit qotishmalari keng qo'llaniladi.

Keramik matritsa materiallari va ularning xossalari.

Keramik materiallar hossalari boyicha qattiqligi va mo'rtligi bilan metall va polimer matritsalaridan farqlanadi. Keramik materiallar mo'rtligidan tashqari, ba'zi xossalari turlicha bo'lishi mumkin. Reaktiv dvigatellarda qo'llaniladigan metallik-superqotishmalar 800 °C haroratigacha yaxshi xususiyatlarga ega, ammo 1100 °C da metall qoplamasi oksidlanishi boshlanadi. Undan yuqori haroratlarda esa boshqa turdagi konstruksion materiallardan foydalanish kerak bo'ladi. Shu yerda keramik materiallar kerakli xossalarni namoyon qilishi mumkin. Keramika materiallarning asosiy kamchiligi – ularning mo'rtligi, shuning uchun ularni mustahkamlashtirish zarur bo'ladi.

Shishakeramik materiallar – keramik materiallarning maxsus guruhini tashkil qiladi. Ular kompozitsion material kabi hajm bo'yicha 95-98 foizi kristall fazadan, qolgan qismi esa shisha fazadan iborat bo'ladi. Kristall faza o'ta nozik (zarrachalar diametri 100 nm dan kichik) strukturaga ega. Bunday kichik kristallarni o'stirish uchun shisha massasi tarkibiga katalizator (odatda TiO_2 va ZrO_2) qo'shiladi va olingan shisha yo'naltirilgan kristallizatsiyaga uchraydi.

Eng muxim shishakeramik materiallar:

1. $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ sistemasida: kichik termik kengayish ko'effitsiyentiga va demak yuqori termik bardoshlikga ega. Bu turdagi materiallar «Corning ware» savdo belgisi bilan ishlab chiqariladi.
2. $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ sistemasi: yuqori elektrik bardoshlikga va yuqori mexanik mustahkamlikga ega.

Amaliy mashgulot vazifalari:

1. Turli hususiyatlarga ega bo'lgan (yuqori mustaxkamlik, haroratga bardoshlik yoki kichik zichlikga ega bo'lgan maxsus konstruksion materiallar) metal yoki metall qotishma tarkibli matritsalarini tarkibi va hossalari keltiring, ularning qollanilish sohalarini taklif etin.

2. Keramik matritsa sifatida shishakristall materiallar tarkibi va hossa-hususiyatlari keltiring, hossa va struktura o'rtasidagi bog'liklikni keltiring. Shishakristall materiallarning kristallanish jarayonlari va bosqichlari haqida tushuncha berin.

Nazorat savollari:

1. Kompozitsion materiallar deganda nimani tushunasiz? Tarixiy va zamonaviy tushunchalarni keltiring.
2. Kompozitsion materiallar tuzilishida qanday komponentlar mavjud va ularning roli?
3. Kompozitsion materiallarning afzalligi va kamchiligini keltiring.
4. Kompozitsion materiallarning kamchiligini qanday usullar yordamida bartaraf etish mumkin?
5. "Moduldagi tayanch tushunchalar tahlili" usulidan foydalanib jadvalni to'ldirin:

Tushunchalar	Sizningcha bu tushuncha qanday ma'noni anglatadi?	Qo'shimcha ma'lumot
Kompozitsion material		
Matritsa, interfeys		
Matritsa materiallari		
Dispers-mustaxkamlashtirilgan		

2-BOB. Kompozitsion materiallar tuzilishi.

3- §. Kompozitsion materiallar holati, tuzilishi va xom ashyosi.

Kompozitsion materialning bir butunligini ta'minlovchi komponent tashkil etuvchiga bog'lovchi komponent (**matritsa, interfeys**) deb ataladi. Boshqa komponentlar (**armirovka, mustahkamlashtirish, to'ldiruvchi** va hokazo) ning shu matritsada joylashishi ma'lum geometrik qonuniyatga bo'ysinishi yoki bo'ysinmasligi ham mumkin. Matritsa qo'shimchalar orasida maxsus yupqa qatlam bo'lib, u ajralish yuzasini belgilaydi (1.5-rasm). Kompozitsion materiallarni sinflarga ajratishda matritsa yoki armatura va qo'shimchalarning turiga, mikrotuzilishi xususiyatlari va materialni olish usuliga ham e'tibor beriladi.

Matritsa materialining turiga qarab, kompozitsion materiallar quyidagi turlarga bo'linishi mumkin: "metall matritsali", organik bo'lmagan (organik bo'lmagan polimerlar, minerallar, uglerodli, keramik), organik matritsali va ko'p matritsali aralash kompozitsion materiallar.

Bog'lovchi materialning vazifasi mahsulotga ma'lum geometrik shakl berib qolmasdan, balki u kuchlanishlarni hajm bo'yicha bir xil taqsimlanishini ham ta'minlaydi va ma'lum mexanik xossani shakllantiradi, hamda armatura yoki qo'shimchalarni tashqi muhitdan asraydi. Kompozitsion materialning issiq va korroziyaga bardoshlilik, elektr va issiqlikni saqlash qobiliyati, qayta ishlash texnologiyasi kabi muhim xossalari bog'lovchining xususiyatlariga bog'liq. Lekin armirovka (mustahkamlashtirish) va qo'shimcha elementlarning turiga qarab hamda ularning matritsada joylashishi va geometrik o'lchamlariga qarab, kompozitsion materiallarning xossalari o'zgaradi. Masalan, kompozitsion materialga qo'shimchalar, ya'ni armatura elementlari (odatda, 10%dan ko'proq miqdorda qo'shiladi) asosan, mexanik xossalarni yaxshilash uchun qo'shiladi. Bunda mustahkamlik, zichlik, plastiklik ortib, materialning zichligi, elektr xossalari, issiqlik o'tkazuvchanligi va boshqa xususiyatlar ma'lum yo'nalishda yoki faqat alohida

olingan joylardagina o'zgaradi.

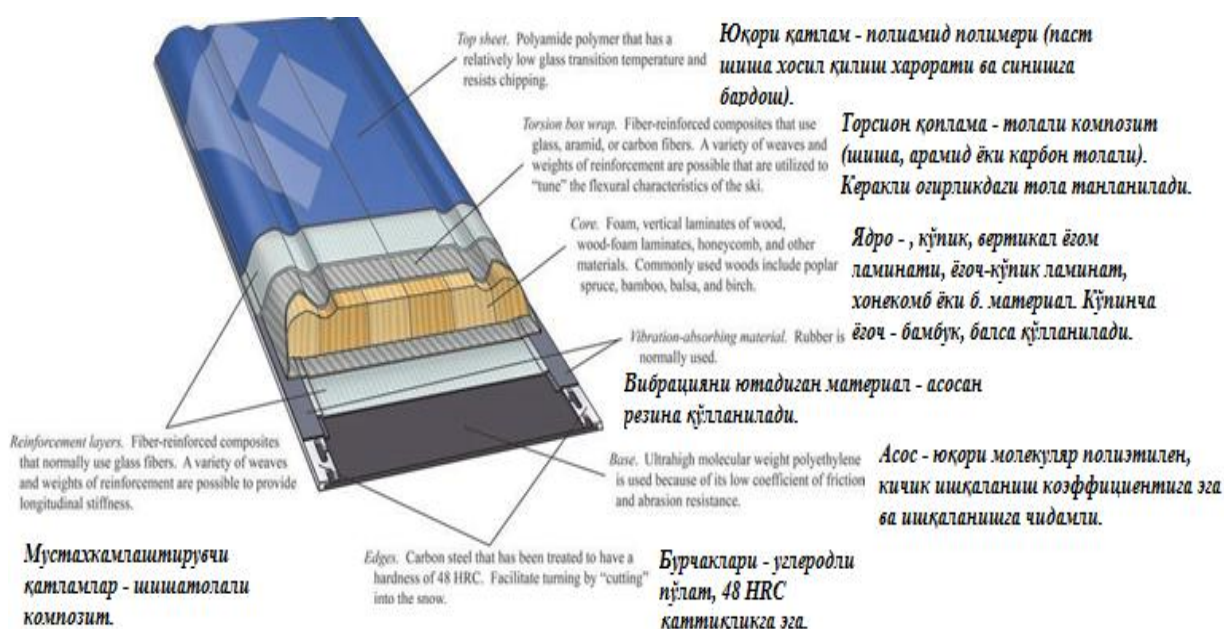
Kompozitsion materiallarning eng muxim xususiyatlari deformatsiyaga mustahkamligidir. To'ldiruvchi hom ashyolar sifatida qo'llaniladigan elementlar odatda mayda kukun yoki kalta tola holatda bo'ladi. Bunday qo'shimchalar asosan materialning tannarxini kamaytiradi. Lekin ular kompozitsion materialning mustahkamligini 1,5-2,0 barobar oshirishi ham mumkin. Ma'lum miqdordagi (armatura) qo'shimchalar materialning mustahkamligini 2-10 barobarga oshiradi. Kompozitsion materiallarda to'ldiruvchi va qo'shimcha (armatura) materiallar birgalikda qatnashishi hamda ularning o'lchamlari va joylashishi har xil bo'lishi mumkin. O'lchami uch yo'nalishda kichik bo'lgan qo'shimchalarga qum, mayda (kukun) donachalarga ega bo'lgan metallar, fosfatlar, shisha va loysimon mikrosfera shakldagi materiallar kiradi (1.2-rasm). To'ldirgichning shakli bo'yicha ular 3 turga bo'linadi (rasm 1.2): nol-o'lchamli, bir-o'lchamli, ikki o'lchamli. Bir o'lchamli qo'shimchalarga tolasimon to'ldiruvchilar, armatura elementlari, kalta tolali tabiiy materiallar (masalan, asbest), o'simlik materiallari, tolasimon kristallar (oksidlar, alyuminiy nitrid, berilliy oksidi, bor karbidi, kremniy nitridi), uzun tolali har xil organik birikmalar va hokazolar kiradi. Ikki o'lchamli to'ldiruvchilarga lentalar, matolar to'rsimon va boshqa armatura elementlarni keltirish mumkin.

Kompozitsion materiallar xossalariga qo'shimcha elementlar (to'ldiruvchi) ning ta'siri juda katta bo'lganligi uchun ko'pincha shu kompozitsion materialning nomi uning to'ldiruvchisi nomi bilan ham aytiladi. Masalan, grafitoplastlar, shisha tolali kompozitsiyalar, organoplastiklar va xokazo.

Kompozitsion materiallarni makrotuzilishi bo'yicha ham farqlash mumkin (1-diagramma). Yuqorida ta'kidlaganimizdagi, matritsada to'ldiruvchilar tartibsiz joylashishi mumkin, lekin ko'pincha ularning tartibli joylashishiga erishishga harakat qilinadi. Har xil o'lchamga ega bo'lgan to'ldiruvchi va armaturalar birgalikda qatnashganda ularning o'zaro tartibli joylashish imkoniyatlari ko'p buladi.

Kompozitsion materiallarning xossalari hamma yo'nalishda bir xil bo'lsa, bunday material xossalari izotrop bo'ladi. Bunday materiallarga kukun holidagi

qo‘shimchalari xaotik joylashgan kompozitsiyalar kiradi. Materiallarning turli yo‘nalishlardagi xossalari farq qilsa, bunday kompozitsiyalar anizotrop xossalarga ega deyiladi. Bunday kompozitsiyalarda armatura sifatida tolalar, plastinkalar, matolar, to‘rlar ma’lum yo‘nalishda joylashtirilgan bo‘ladi.



6-rasm. Tog‘ chang‘isi konstruksiyasida qo‘llanilgan kompozitlar turlari.⁴

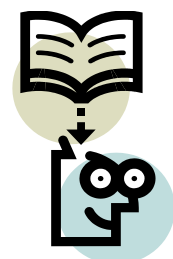
⁴ William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 626 p.

4- §. Kompozitsion materiallarning asosiy komponentlari: mustaxkamlash (armirlash), matritsalar, interfeyslar (to‘ldirgichlar).

Tolali kompozitsion materiallardan farqli dispers mustahkamlashtirilgan kompozitlarda matritsa og‘irlik va mustahkamlikni ta’minlovchi asosiy element xisoblanadi. Dispers zarrachalar metallda dislokatsiyalarning harakatini sekinlashtiradi, oddiy va yuqori haroratlarda uning mustahkamligini oshiradi.

Dispers-mustahkamlashtirilgan kompozitsion materiallarning eng asosiy afzalligi – uning xossalari izotropidir.

Dispers zarrachalarning ulchamlari 0,01...0,1 mkm bo‘lganda ular materialning yuqori mustahkamligini ta’minlaydi. Zarrachalarning miqdori ularning fazoda joylanishiga bog‘liq bo‘lib, odatda hajm bo‘yicha 5-10 %ni tashkil etadi.



Mustahkamlashtirish komponentlari sifatida yuqori haroratli va qiyin eruvchan fazalar– oksid, nitrid, borid, karbid (Al_2O_3 , SiO_2 , BN, SiC va b.)lar qo‘llaniladi. Dispers-mustahkamlashtirilgan kompozitsion materiallar asosan poroshok metallurgiya usullari yoki suyuq metall tarkibiga quyish oldidan to‘ldirgichlar qo‘shish usullari yordamida ishlab chiqariladi.

Eng ko‘p tarqalgan dispers-mustahkamlashtirilgan kompozitsion materiallar alyuminiy va nikel asosida tayyorlanadi.

Alyuminiy asosida tayyorlangan materiallar “pishgan alyuminiy poroshogi” (SAP) deb ataladi va alyuminiy, hamda Al_2O_3 (22 %gacha) zarrachalaridan iborat bo‘ladi. SAP materiali (1-jadval) yuqori mustahkamlikga ega bo‘lib, olovbardoshligi, korrozion bardoshligi va xossalarning termik stabilligi bilan ajralib turadi. Alyuminiy oksidi miqdori oshishi bilan materialning mustahkamligi, qattiqligi, olovbardoshligi oshadi va plastikligi kamayib boradi.

SAP issiq holda yaxshi deformatsiyaga moyil, sovuq holda qiyinroq, qirqish bilan onson ishlov beriladi, kontakt va argon-duga svarkasi bilan yaxshi ishlov beriladi. SAPdan listlar, profillar, shtamp formalari, folga ishlab chiqariladi.

SAP dan porshen shtoklari, kompressor lopatkalari, ventilyator va turbinalarning parraklari, transformator obmotkalari tayyorlanadi.

1-jadval. SAP kompozitlarining mexanik xossalari.

Material	Al ₂ O ₃ miqdori, %	σ_v , MPa	$\sigma_{0,2}$, MPa	δ , %
SAP-1	6...8	300	220	7
SAP-2	9...12	350	280	5
SAP-3	13...17	400	320	3
SAP-4	18...22	450	370	1,5

Nikel asosida tayyorlangan kompozitlarda matritsa sifatida nikel va uning xrom bilan qotishmalari qo'llaniladi (xromning miqdori - 20%gacha). Mustahkamlashtirish komponentlari: toriy va gafniy oksidlari. Maksimal mustahkamlashtirish gafniy oksidining miqdori 3,5...4% bo'lganda namoyon bo'ladi: $\sigma_v = 750...850$ MPa, $\delta = 8...12\%$.

Nikel asosidagi materiallar yuqori olovbardoshlik, yuqori haroratlarda struktura buzilishiga qarshiligi bilan ajralib turadi. Ammo materiallarning qo'llanilishi faqat bu sohalar bilan cheklanib qolmaydi. Ularning qo'llanilishi dvigatellarni kuchlanishi, energetik va transport uskunalarni kuchlanishini keskin oshirib beradi va uskuna-jihozlarning og'irligini kamaytirish imkonini beradi.

Polimer maxsulotlarga yuqori ekspluatasion xossalarni ta'minlash uchun turli to'ldiruvchi moddalar kiritiladi; bu esa to'ldirilgan polimerlarning texnologik xususiyatlari va ishlov berilishini yaxshilashga; maxsulotni tan narxini pasaytirishga; chiqindilarni qayta ishlash va atrof-muhit masalalarini hal etishga va yuqori dekorativ effektlarni ta'minlashga keng imkoniyatlar yaratadi. Polimer-matritsali kompozitlarning asosiy turlari: dispers to'ldirilgan (bo'r, asbest, alyuminiy oksidi, tal'k va boshqalar bilan mustahkamlashtirilgan), tolali (metall, shisha, uglerod, bor, organik, keramika tola, mo'ylovlar bilan mustahkamlashtirilgan), strukturali varaqli (mato, qog'oz, yog'och shpon, lentalar bilan mustahkamlashtirilgan), hajmiy geometrik (hajmli matolar, ramka tizimlari).

Polimerlar uchun to'ldirgichlar sifatida qo'llaniladigan dispers to'ldirgichlarning zichliklari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval. Polimerlar uchun to'ldirgichlar sifatida qo'llaniladigan dispers to'ldirgichlarning zichliklari

To'ldirgich	Formula	Zichlik, kg/m ³
Kaolin	$\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5]_2(\text{OH})_8$	2600
Tal'k	$\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	2788
Slyuda (muskovit)	$\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH},\text{F})_2$	2834
Ohak	CaCO_3	2600-2900
Kvarts (shisha)	SiO_2	2248
Barit	BaSO_4	4480
Aerosil	SiO_2	2350
Asbest	$\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$	2100-2800
Oq saja	$\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	2100-2200
Texnik uglerod	C	1820
Litopon	$\text{ZnS (30\%)+ BaSO}_4 \text{ (70\%)}$	2500-3500
Alyuminiy gidroksidi	Al(OH)_3	2400
Rutil	TiO_2	4200-4300
Gips	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2320
Korund	Al_2O_3	3900-4000

5- §. Tolali to'ldirgichlar turlari va xossalari.

Tolali mustahkamlashtirilgan kompozitlarda to'ldirgichlar sifatida toza elementlar va yuqori haroratli birikmalar (W, C, Al_2O_3 , SiC va b.) tolalari va ipsimon kristallari qo'llaniladi, hamda metall va qotishmalar simlaridan (Mo, W, Be, yuqori mustahkam po'latlar va b.) foydalaniladi. Armirovka uchun diametri bir necha mikrondan yuz mikrongacha diametrli uzluksiz va diskret tolalar qo'llaniladi.

Nazariy xisoblarga ko'ra, mustahkamlashtiruvchi tola diametri d qanchalik kichik bo'lsa, demak uning uzunligi diametriga ko'ra qanchalik katta bo'lsa,

shunchalik materialda tartiblik darajasi yuqori bo‘ladi. Bu nazariy xisoblar amaliy jixatdan ham tasdiqlandi.

Tolali kompozitsion materiallar mustahkamligi asosan tolaning xossalriga bog‘liq, matritsa esa armirovka elementlari orasida kuchlanishlarni tarqatish vazifasini bajaradi.

Qattiq armirovka tolalari materialga tushgan kuchlanishni o‘ziga olib, kompozitsiyaning mustahkamligini va qattiqligini tolalar yo‘nalishi bo‘yicha kuchaytirib beradi.

Matritsa tolalarga kuchlanishni to‘liq o‘tkazib berish uchun, armirovka tolasi-matritsa orasida mustahkam bog‘lanish bo‘lishi shart. Bu shartni bajarish uchun matritsa tola to‘liq qoplashi kerak: materialda matritsani miqdori 15-20%dan yuqori bo‘lishi kerak.

Material tayyorlanishida va ekspluatatsiya sharoitida matritsa va tola orasida o‘zaro ta’sirlanish bo‘lishi kerak emas (o‘zaro diffuziya ta’qiqlanadi), chunki bunday diffuziya mustahkamlikni pasayishiga olib keladi. Matritsa va tola orasida fazalar adgeziyasi namoyon bo‘ladi. Matritsa va to‘ldirgich chegarasidagi sirt tarangligi yuqori bo‘lsa, tola ustiga oraliq qatlam hosil qiluvchi maxsus qoplama beriladi.

Kompozitsion materialda tolalar yoriqlar tarqalish tezligini keskin kamaytiradi va deyarli butunlay to‘satdan mo‘rt sinishni bartaraf etadi. Bir o‘qli kompozitsion materiallarda mexanik xususiyatlarning tola yo‘nalishi va qarama-qarshi yo‘nalishlari bo‘ylab anizotropiyasi namoyon bo‘ladi.

Metall tolalar:

Po‘lat simi (korrozion-bardosh po‘lat) – alyuminiyni armirovka qilish uchun;

Mo, W, Ta simlari– olovbardosh matritsalarini mustahkamlashtirish uchun;

Berilliy simi – yuqori solishtirma mustahkamlik va past zichlikga ega; alyuminiy, magniy, titanni armirovka qilish uchun qo‘llaniladi.

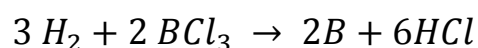
Shisha, organik, karbon, keramik tola va simlar.

Keramik tolalar:

Bor tolalari yuqori mustahkamlik, qattiqlik, yuqori haroratda buzilishga

chidamliligi bilan ajralib turadi; bor tolalari 70...200 mkm diametriga ega; ular metallik va polimer matritsalani armirovka qilish uchun qo'llaniladi; 1959 yilda taklif etilgan usul asosida bor tolalari volfram simi ustiga bor birikmasini cho'ktirish usuli bilan olinadi. Boshqa tolalar bila solishtirilganda bor tolalari maydon kesimiga to'g'ri keladigan mustaxkamlik ko'rsatkichning yuqoriligi (180 GPa) bilan farqlanadi; ohirgi vaqtgacha kompozitsion materiallarda qo'llaniladigan mustaxkamlashtiruvchi komponentlarning eng samarali va mustaxkam turi hisoblanadi.

Bor tolasini ishlab chiqarish texnologiyasining asosiy jarayonlari quyidagilardan iborat: volfram simi ustiga borni cho'ktirish. Bor vodorod H_2 va bor trixloridi BCl_3 aralashmasidan quyidagi reaksiyaga muvofiq olinadi:



Bor diametri ~ 12 mkm bo'lgan elektr toki bilan qizdirilgan volfram simi ustiga cho'ktiriladi, jarayon 2 m uzunlikdagi gaz reaktorda amalga oshiriladi. Volfram simi isitish harorati $\sim 1350^\circ C$. Bunday reaktordan foydalanganda bor cho'kma hosil bo'lish darajasi past va haftasiga $\sim 0,9$ kg ni tashkil qiladi. Jarayon samaradorligi juda past hisoblanadi: bor cho'kindi hosil bo'lishda BCl_3 ning atigi 2% parchalanadi, shundan so'ng qolgan bor xlorid minus $80^\circ C$ haroratda kondensatsiyalanadi. Hosil bo'lgan vodorod xloridining bug'lari tutiladi va vodorod atmosferaga chiqariladi yoki yana bor tolaning ishlab chiqarish tsikliga kiritiladi.

Ushbu usulda olingan bor-volfram tolalari volfram simining qimmatligi sababli yuqori narxga ega. Demak, bu holat arzonroq materiallarni qidirishni talab qiladi. Xususan, arzonroq uglerod tolasini asos sifatida ishlatish texnologiyasi ishlab chiqilgan. Olingan bor-uglerod tolalari bor-volfram tolalarga qaraganda egiluvchanlikning past moduliga ega. Ishlab chiqarilayotgan bor tolalarining katta hajmi epoksid bog'lovchi (prepreglar) bilan singdirilgan doimiy lenta va matlar olishda qo'llaniladi.

Uglerod tolalari – yuqori mustahkamlik va mexanik xossalarni termik stabilligi bilan harakterlanadi; ular inert sharoitda sintetik organik tolalarni yuqori haroratda ishlov berish usuli yordamida olinadi (viskoza, poliakrilnitrit); dastlabki xom ashyo

turiga qarab turli uglerod tolalar olish mumkin: iplar, sim, mato, lenta, voylok; alyuminiy va magniyni armirovka qilish uchun qo'llaniladi;

Keramik tolalar - oksid, nitrid, karbidlar (kremniy karbidi, alyuminiy oksidi) yuqori qattqlik, mustahkamlik va termik barqarorlikga ega; alyuminiy va magniyni armirovka qilish uchun qo'llaniladi;

Ipsimon kristallar - sapfir Al_2O_3 , kremniy karbidi titanni armirovka qilish uchun qo'llaniladi;

Shishatola - mustahkamlik, termik bardoshlik, dielektrik xossalar, past issiklik o'tkazuvchanlikga ega; shisha massasini maxsus filyeralar orqali tortish usuli yordamida olinadi; issiqlik izolyatsiya materiallar, konstruksion materiallar ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Bir turdagi tolalar bilan armirovka qilingan kompozitsion materiallar tolaning nomiga qarab nomlanadi.

Karbovoloknitlar – mustahkamlashtirish uchun uglerod tolasi qo'llaniladi. Mustahkamlikni 2200 °Cgacha va past haroratlarda ham saqlaydi. Ular suvga va kimyoviy ta'sirga bardosh. Mustahkamligi -1000 MPa gacha.

Karbovoloknitlar dengiz kema- va avtomobilsozlikda (sport mashinalar kuzovlari, shassisi, propellerlar); podshipnik, issiqlik panellari, EVM qismlari tayyorlashda qo'llaniladi.

Shishavoloknitlar – shisha tolalarni o'z ichida tutgan, kompozit tarqibida 80%gacha bo'lganda uning mustahkamligi 700MPa ni tashkil qiladi, sovuqqa chidamli (–196 °C gacha) va issiqqa chidamli (400 °C gacha); yuqori yuklanishda yaxshi ishlaydi; ular arzon va defitsit bo'lmagan xisoblanadi. Kamchiligi: Yung moduli kichikligi (modul uprugosti).

Shishavoloknitlar yuqori aniqlikdagi armaturali detallarni olishda qo'llaniladi. **Shisha tolalarning** har xil turlari polimer matritsalarning mustahkamlashtirishda keng qo'llaniladi.

Xozirgi vaqtda armirovka komponentlar sifatida “Kengaytirilgan tolalar (“Rasshirenniye volokna” katta qiziqish tug'dirmoqda. Ular yuqori mustahkamlikga,

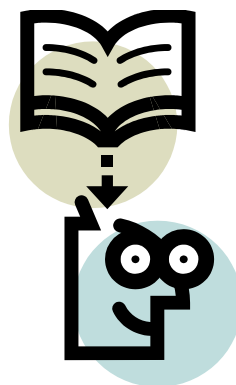
yuqori qattqlikka va kichik zichlikka ega.

Ko'pgina tabiiy tolalarni yuqori mexanik kuchlashlarda ekspluatatsiya qilinmaydigan kompozitlarni tayyorlashda qo'llash mumkin (Chavla 1976; Chavla va Bastos 1979). Ularning asosiy afzalligi – arzonligidir. Tabiiy tolalar- o'simlik dunyosida keng tarqalgan: sellyuloza tolalari – paxta, zig'ir, jut, kanop, sizal va rami tolalari tekstil sanoatida keng qo'llaniladi, yog'och va somon esa qurilish va sanoatda.

Yuqori effektivlikka ega bo'lgan keramik tolalar – XXchi asrning oxirida kashf etildi: bor, kremniy karbidi, uglerod va alyuminiy oksidi asosida tayyorlangan. Ba'zi keramik tolalar yangi ishlab chiqarish usullari yordamida ishlab chiqildi: bu zol-gel texnologiyalar va nazorat qilinadigan organik prekursorlar pirolizi usullaridir.

Tolalar yuqori effektiv konstruksion materiallar sifatida qo'llanilishi 3 asosiy tamoyillarga asoslanadi (Dresher, 1969):

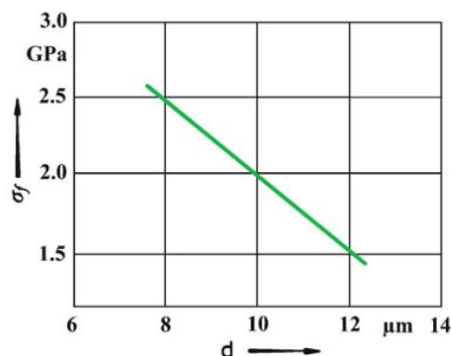
1. Zarracha yoki boshqa tarkibiy qism o'lchamlariga qaraganda ancha kichik diametri. Bu hajm birligida ancha yuqori nazariy mustahkamlikni ta'minlashga yordam beradi. Bu effekt – o'lchamlar effekti deb ataladi: qanchalik zarrachalar o'lchamlari kichik bo'lsa, shunchalik materialda defektlar hosil bo'lish extimoli kichik bo'ladi.



2. O'lchamlarning o'zaro nisbati yuqori ko'rsatkichga ega (uzunlik/diametr, l/d), materialga berilgan kuchlanishni qattiq va mustahkam tolaga uzatishga yordam deradi.

3. Egiluvchanligi yuqori darajada, bu kichik Yung moduli va kichik diametr bilan uzluksiz bog'lik xususiyatdir. Bunday egiluvchik tolali kompozitlarni tayyorlash uchun turli xil usullarni qo'llashga imkoniyat beradi.

7-rasmda uglerod tolasining uning diametri oshishi bilan mustahkamligi kamayishini ko'rishimiz mumkin (De Lamot i Perri, 1970).



7-rasm. Uglerod tolasining mustahkamligi (σ_f) uning diametri (d) o'sishi bilan pasayishi bo'g'liqligi grafigi.⁵

Bor-tolali kompozitlar – mustahkamlashtiruvchi komponent sifatida bor tolalari; matritsa – epoksid va poliamid smolalar qo'llaniladi. Siqilishga va egilishga yuqori mustahkamlikga, siljishga moyilligi kichik, qattqlik va elastikli moduli yuqori ko'rsatkich, hamda issiqlik va elektr o'tkazuvchanlikga ega. Bor-tolali kompozitlar radiatsiya, suv, organik eritgichlar va yoqilg'i materiallar ta'siriga bardoshligi bilan ajralib turadi. Bor-tolali kompozitlardan profil, panel, rotor va kompressorlar qismlari, vint parraklari va vertolyotlar transmissiya vallari tayyorlanadi.

3-jadvalda turli keramik material tolalarini qattqliklari keltirilgan.

3- jadval. Turli keramik material tolalarni qattqliklari⁶.

Material	Vickers boyicha qattqlik (GPa)	Knup boyicha qattqlik (GPa)	Izox
Olmos (Carbon, uglerod)	130	103	Yagona kristall, (100) tekisligi
Bor karbidi (B_4C)	44,2	-	Polikristall, sunniy
Alyuminiy oksidi (Al_2O_3)	26,5	-	Polikristall, sunniy, 99,7 % kimyoviy toza
Kremniy karbidi (SiC)	25,40	19,8	Sunniy

⁵ Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012.- 8 p.

⁶ William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 491 p.

Wol'fram karbidi (WC)	22,1	-	Eritilgan
Kremniy nitridi (Si ₃ N ₄)	16,0	17,2	Polikristall, issiq presslangan
Zirkon (ZrO ₂) (qism. stabillashgan)	11,7	-	Polikristall, 9 mol.% Y ₂ O ₃
Natriy-kalsiyli shisha	6,1	-	

Organik-tolali kompozitlar (orgavoloknit) polimer bog'lovchi va sintetik tolalarni tarkibida tutgan kompozitlardir. Ular kichik og'irligi, turli kuchlanishlarga bardoshligi va haroratni keskin o'zgarishiga barqarorligi bilan farqlanadilar. Kamchiliklari: siqilishga mustahkamligi kichikligi, yuqori siljish xususiyati. Orgavoloknitlar agressiv muhitlarga va issiq iqlim sharoitlariga bardoshligi bilan harakterlanadilar, hamda yuqori dielektrik xossalarga va kichik issiklik o'tkazuvchalikga ega.

Orgavoloknitlar izolyatsion va konstruksion material sifatida elektr- va radiosanoatda, avtomobilshunoslikda, aviasozlikda qo'llaniladi. Orgavoloknitlardan trubalar, reaktiv saqlash rezervuarlari, paroxod korpuslari qoplamalari tayyorlanadi.

8-Rasmda shisha tolalarning an'anaviy texnologik tizimi keltirilgan (YE-shisha misolida). Xom ashyolar bunkerda eritiladi, eritilgan shisha elektr yordamida qizdirilgan platina vtulka yoki tigellarga uzatiladi; har bir vtulkada 200tacha teshiklari bor (filyera). Eritilgan shisha o'z og'irligi ta'sirida ushbu teshiklardan o'tib, uzun uzluksiz tola hosil qiladi, ular ip holatida barabanga teriladi. Tolaning diametri vtulka teshigining diametriga bog'liq, massaning qovushqoqligi tarkib va temperatura funksiyasidir.

Shisha tolalar va ularning xossalari.

Xozirgi vaqtda turli kimyoviy tarkiblarda shisha tolalar chiqarilmoqda. Shisha tolalarning kimyoviy tarkibi: kremniy oksidi (~ 50-60% SiO₂), qolgani - kalsiy, bor, natriy, alyuminiy, temir oksidlari.

4-jadvalda ba'zi keng tarqalgan shisha tolalar kimyoviy tarkibi keltirilgan.

4-jadval. Shisha tolalarni kimyoviy tarkibi.

Kimyoviy tarkib	E-shisha	C-shisha	S-shisha
SiO ₂	55,2	65,0	65,0
Al ₂ O ₃	8,0	4,0	25,0
CaO	18,7	14,0	-
MgO	4,6	3,0	10,0
Na ₂ O	0,3	8,5	0,3
K ₂ O	0,2	-	-
B ₂ O ₃	7,3	5,0	-

“E –glass” (E-shisha) - deb elektrik tolalar belgilanadi, **E-shisha** yaxshi elektr izolyator hisoblanadi, bundan tashqari yaxshi mexanik va elastiklik moduliga ega;

“S –glass” (S-shisha) – deb korroziyaga bardosh turdagi tolalar belgilanadi, S-shisha boshqa shisha turlariga qaraganda yuqori kimyoviy korroziyaga bardoshligi bilan tavsiflanadi;

“S –glass” (S-shisha) – eng yuqori termik va olovbardoshlik hossalarga ega shishalar hisoblanadi.



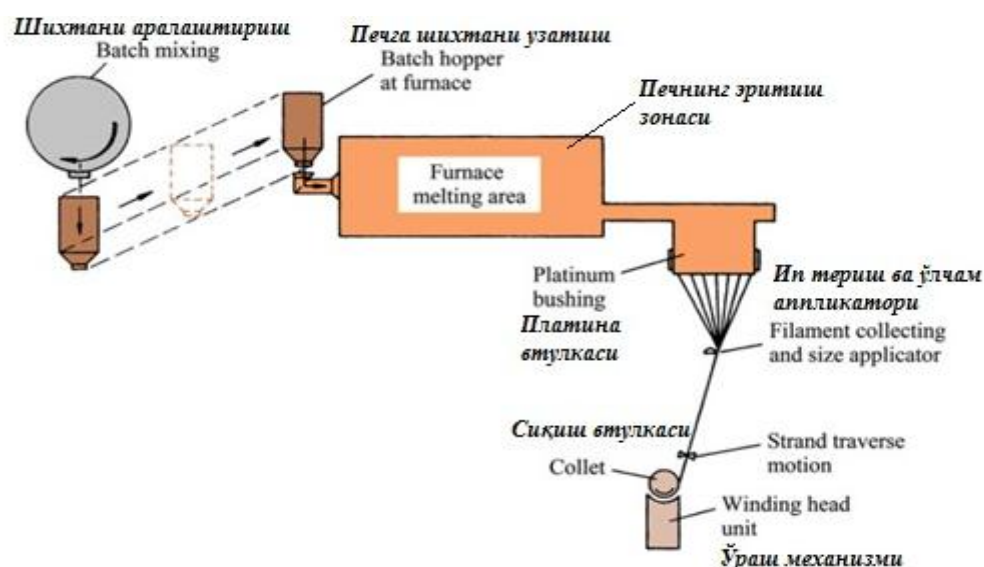
Shisha tolalarning asosiy qismi E-shishadan tayyorlanadi, ammo ishlab chiqarilgan E-shishaning juda kam qismi elektr sohasi bo'yicha qo'llaniladi.⁷

Ilgari zavodlarda shisha tolasi to'g'ri eritmadan emas, balki birinchi bosqichda shisha bo'laklari (gliba) ishlab chiqarilar edi. Shisha bo'laklari eritilib, undan tola cho'zilar edi. Zamonaviy ishlab chiqarishlarda shisha tolasi eritilgan shisha massasidan to'g'ridan - to'g'ri ishlab chiqarilmoqda.

E-shishalarning asosiy mexanik xususiyatlari: kichik zichlik, yuqori mustahkamlik, Yung moduli – o'rta ko'rsatkichlarga ega. Shisha tolalar poliefir, epoksid, fenol smolalar bilan birgalikda armirovka komponenti sifatida qo'llaniladi. Shishatola ancha arzon va turli ko'rinishda ishlab chiqariladi (rasm 1.8): uzluksiz ip

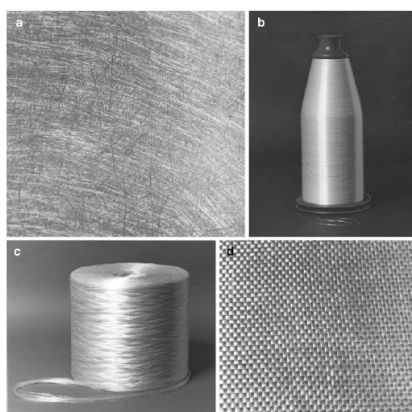
⁷ Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012.- 12 p.

aloxida tolalardan iborat; roving esa parallel iplardan tashkil topgan; qisqa tola – ipdan yoki 5-50 mmli qisqa rovnitsadan iborat, bundan tashqari shishatola to‘qima mato yoki to‘qilmagan matlar ko‘rinida ham ishlab chiqariladi.



8-rasm. E-shisha tolasining anʼanaviy ishlab chiqarish texnologik tizimi.

Ishlab chiqarilayotgan shisha tolali maxsulotlar turlari 9-rasmda keltirilgan.



9-rasm. Ishlab chiqariladigan shisha tolalar turlari: a – qichqa tola, b – uzluksiz shishatola, s- roving, d – shisha tolali mato.

Namlik shishatolasining mustahkamligini pasaytiradi. Bundan tashqari shisha tola vaqt davomida charchashga uchraydi: uzoq vaqt davomida doimiy kuchlanish taʼsir etgan holatda shisha tola tarkibida yoriqlar tez oʻsishi namoyon etishi mumkin. Shuning uchun vaqt oʻtish bilan shisha tolaning mexanik xossalari keskin pasayib boradi, ammo qisqa vaqt davomida mustahkamligi yaxshi xisoblanadi.

Shishatola bilan armirovka qilingan smolalar qurilishda va sanoatda keng qo'llaniladi. Ular **shishaplastik yoki GRP** deb nomlanadi: boshqa konstruksion materiallar qoplamalari sifatida, yoki yuk tashimaydigan devor panellari, strukturalarning tarkibiy qismlari, deraza ramalari, sisternalar, truba va truboprovodlar sifatida keng qo'llaniladi. 1960-chi yillardan boshlab lodkalar korpuslari shishaplastikdan ishlab chiqarildi. Kimyo sanoatida ham shishaplastiklar keng qo'llaniladi – rezervuarlar, truboprovod yoki texnologik tanklar sifatida. Bundan tashqari **shishaplastiklar (GRP)** temir yo'llari, avtomobil transporti, aerokosmik sanoatida o'z o'rnini topgan.

Uglerod tolalar va ularning qo'llanilishi.

Uglerod – yengil, kichik zichlikga ega elementdir. Uning zichligi $2,268 \text{ g/sm}^3$. Uglerod turli kristall formalarda uchraydi. Katta qiziqish grafit strukturasiga qaratilmoqda, grafitda uglerod atomlari geksagonal qatlamlar ko'rinishida joylashgan. Olmos ham o'z o'rnida muximdir: uglerod atomlari uch o'lchamli konfiguratsiya shaklida joylashgan bo'lib, juda kichik struktura egiluvchanligiga ega. Yangi uglerod ko'rinishlarida biri – fullerenlar, molekulyar tarkibi S_{60} yoki S_{70} ; nanotrubkalar – chuziq fullerenlardir.

Grafit shaklidagi uglerod anizotrop xususiyatlarga ega: qatlam orasida Yung modulining nazariy qiymati 1000 GPa, S o'qi atrofida esa modul 35 GPa ga teng. Grafit strukturasida zich upakovka qilingan (10-rasm). Uglerod tolani ishlab chiqarishda asosiy maqsad – tola geksagonal tekisliklar yo'nalishida joylashgan bo'lishi kerak. Yuqori Yung modulli uglerod tolalari ishlab chiqarish uchun birlamchi organik tolalarning birinchi bosqichida karbonizatsiya qilinadi, keyingi bosqichda esa grafitizatsiya jarayonlari yordamida ishlab chiqariladi. Birlamchi organik tola – bu karbonizatsiya jarayonida erimaydigan maxsus tekstil polimer toladir. Bu organik tola uzun zanjirli molekulalardan iborat topgan (0,1-1 mm- cho'ziq holatdagi uzunligi). Bu tolalar asosan past mexanik xossalarga egadir. Organik tolalar sifatida poliakrilonitril (PAN) keng qo'llaniladi. Undan tashqari sun'iy ipak va smola, polivinil spirti, poliidlar va fenollar asosida olingan tolalar ham karbonizatsiya

qilinishi mumkin.

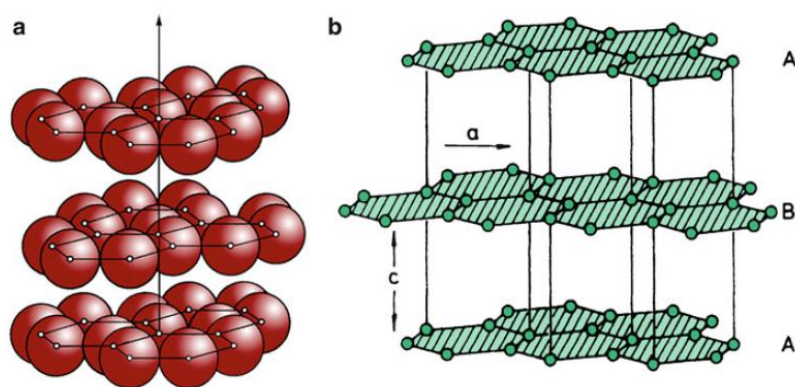
Uglerod tolaning asosiy ishlab chiqarish bosqichlari qo'yidagicha:

1. Tola hosil qilish bosqichi. Ho'l yoki quruq usulda birlamchi organik toladan, masalan PANDan tola tortiladi, yoki eritmasidan tortish usuli yordamida.

2. Stabilizatsiya bosqichi. Keyingi yuqori haroratli bosqichlarda tolni erishdan saqlash uchun o'tqaziladi.

3. Termik ishlov berish - karbonizatsiya, nokarbonat elementlardan holi qilish uchun

4. Opsional termik ishlov berish bosqichi - grafitizatsiya, bu jarayon uglerod tolasini xossalarini yaxshilashga imkoniyat beradi.



10-rasm. Grafit strukturasi.

A - Grafit atomlarining joylashishi;
b - grafitning geksagonal kristallik strukturasi.

11-rasmda poliakrilonitril (PAN)dan uglerod tolasini ishlab chiqarish soddalashtirilgan texnologik tizimi keltirilgan.

Uglerod tolasini ishlab chiqarishning asosiy bosqichlari qo'yidagicha:

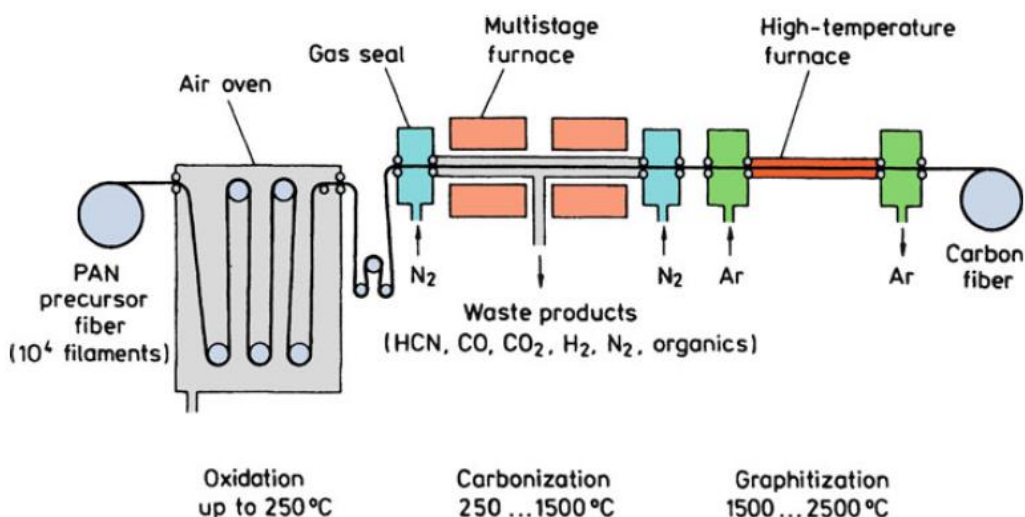
1. Tola hosil qilish bosqichi. Ho'l yoki quruq usulda birlamchi organik toladan, masalan PANDan tola tortiladi, yoki eritmasidan tortish usuli yordamida.

2. Stabilizatsiya bosqichi. Keyingi yuqori haroratli bosqichlarda tolni erishdan saqlash uchun o'tqaziladi.

3. Termik ishlov berish - karbonizatsiya, nokarbonat elementlardan xoli qilish uchun

4. Opsional termik ishlov berish bosqichi - grafitizatsiya, bu jarayon

uglerod tolasini xossalarini yaxshilashga imkoniyat beradi.



11-rasm. Poliakrilonitril (PAN)dan uglerod tolasini ishlab chiqarishning soddalashtirilgan texnologik tizimi.⁸

Uglerod tolalar texnikada keng qo‘llaniladi: aerokosmik sanoatda, sport mahsulotlarini ishlab chiqarishda. AQSHda ishlab chiqilgan SHATTLE kosmik raketa-tashuvchining eshigi va korpusi uglerod tolali/epoksid smola kompozitidan tayyorlangan. Zamonaviy samolyotlar, masalan Boeing 787 (Dreamliner) fyuzelyaji va qanotlari uglerod tolasi / epoksid kompozitlardan tayyorlanib kelmoqda. Ularning narxi doimiy ravishda pasayishi shunday kompozitlarning qo‘llanilish sohalarini kengayishga sabab bolmoqda. Uglerod tolali kompozitlar texnologik jihozlar - turbina, kompressor, shamol tegirmonlari qanotlari, maxoviklar tayyorlashda; meditsinada esa – jihozlar va implantantlar (tizza sustavlari) tayyorlashda qo‘llanilmoqda.

Keramik tolalar va ularning qo‘llanilishi.

Keramik tolalar yuqori mustahkamlik, elastiklik moduliga ega, hamda ular yuqori haroratlar va agressiv muhitlarga bardoshligi bilan ajralib turadi. Shuning uchun keramik tolalar yuqori haroratli konstruksion materiallar ishlab chiqarishda

⁸ Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012.- 27 p.

keng qo'llaniladi.

Keramik tolalar ishlab chiqarishning 3 asosiy usuli mavjud: bug'dan kimyoviy cho'kma hosil qilish; polimerlar pirolizi va zol-gel usuli.

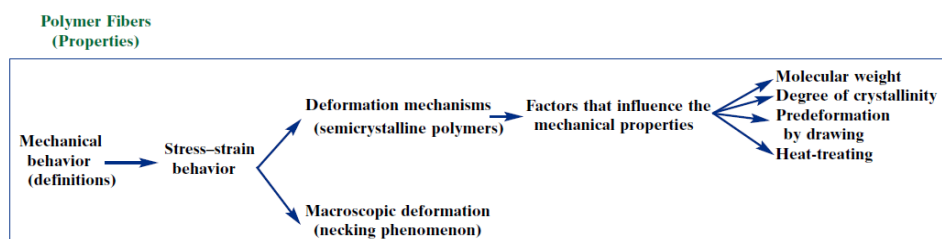
Zol-gel metodlar kremniy oksidi va alyuminiy oksidi asosida oksidli tolalar ishlab chiqarish uchun qo'llaniladi. Polimerlar pirolizi ham yangi usullardan biridir: kremniy, uglerod yoki azot tutgan polimerlar (kremniy organik birikmalar) keramik yuqori haroratli tolalarga aylantirilishi mumkin. Bu usul 1.8.-rasmda keltirilgan uglerod tolalar ishlab chiqarishga o'xshash bo'lib, piroliz natijasida SiS, Si₃N₄, V₄S, va BN tarkibli keramik tola, ko'pik yoki qoplamalar hosil qilish mumkin.

Polimer tolalar. Organik tolalar.

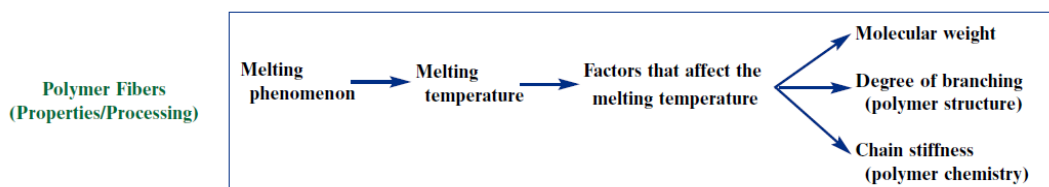
Organik tolalar, masalan aramid va polietilen tolalari yuqori mustahkamlikga va elaktiklik moduliga ega.

Polietilen tola (gel-iplar, SVMPE markasi) tarkibida 90-95% kristallik faza tutugan bo'lib, uning zichligi 0,97 g / sm³.

Polimer tolalarning mexanik xossalari sxemada keltirilgan:



Polimer tolaning ishlab chiqarish texnologiyasi va ishlatilish imkoniyatlari ularning erish haroratiga bog'liqdir, bu bog'liqlikni qo'yidagi sxemadan ko'rishimiz mumkin⁹:



Aramid tolalar - 1960-chi yillarda kashf etilgan, ular shishatolalarga qaraganda

⁹William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 619 p.

qattiqroq va yengilroqdir. Aramid tolalari: Kevlar - Du Pont firmasini, Twaron - Teijin Aramid firmasida ishlab chiqariladi. Gel tuqimachilik usulida yuqori mustahkamlikka ega polietilen tolasi 1980-chi yillarda taklif etildi.

Ushbu tolalarning afzalliklari - keng harorat oralig'ida yuqori mexanik xususiyatlar va yaxshi kimyoviy qarshilikka egaligidir. Aromatik halqalar poliamidli makromolekulalarni Kevlar tolalari o'qlariga to'g'ri keladigan bitta eksa bo'ylab yo'naltirishga yordam beradi. Transvers yo'nalishda o'zaro ta'sir vodorod aloqalari orqali amalga oshiriladi va makromolekulaning kovalent aloqalari uzunlamas yo'nalishda amalga oshiriladi. Shunday qilib, tolalar mexanik xususiyatlarning yuqori anizotropiyasiga ega: yuqori bo'ylama va past lateral kuchlanishga chidamli. Aramid tolalarining kimyoviy tarkibi va tuzilishi ularning o'ziga xos xususiyatlarini belgilaydi. Ular organik tolalar orasida eng yuqori mexanik xususiyatga ega va elastik modulga ega: tolaning zichligi $\sim 1440 \text{ kg / m}^3$, mexanik mustahkamligi 2700-3300 MPa, maksimal elastik moduli 96,5 GPa (Kevlar-29) va $\sim 128 \text{ GPa}$ (Kevlar-49). Shisha va uglerod tolalari bilan taqqoslaganda, aramid tolalari ko'proq egiluvchanligi bilan harakterlanadi. Siqish paytida ularning cho'zilishi $\sim 2-4\%$ ni tashkil etishi mumkin. Aramid tolalarining kamchiliklaridan biri - namlikning sorbsiyasidir, natijada tolalarning xususiyatlari 15-20% ga past ko'rsatkichlarga ega bo'ladi.

Aramid tolasi o'ta yengil bo'lib, yuqori qattqlik va cho'zilishga mustahkamlikka ega. Eng mashhur sortlari: **Kevlar -49 va 29**. Kevlar -29 sortining elastiklik moduli ikki barobar pastroq, ammo buzilish deformatsiyasi koeffitsiyenti kevlar-49ga qaraganda ikki barobar kattaroqdir. Shuning uchun Kevlar-29 qo'rolga qarshi himoyalash jiletlarni tayyorlashda qo'llaniladi. Ammo aramid tolasi boshqa organik tolalar kabi siqilishga mustahkamligi past (egilishga mustahkamligini 1/9 qismini tashkil etadi), bu tolaning anizotropiigi bilan bog'liqdir. Bu xususiyatlarga ko'ra aramid tolalari siqilish bilan bog'liq xollarda qo'llanilmaydi.

Aramid tolasi yaxshi vibratsiyaga qarshilik xususiyatlarga ega. Boshqa polimer tolalar kabi, aramid tolalari ultrabinafsha nurlarga chidamliligi past. Ultrabinafsha nurlari ta'sirida aramid tolalar sariq va jigar rangiga o'tadi, o'z mexanik xossalarini

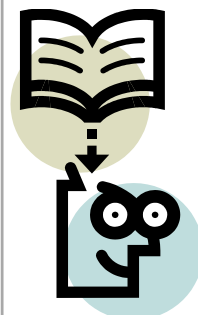
yo‘qotadi. Shuning uchun Kevlar-tolalar lyuminescent lampalar yoki deraza oynalardan 0,3 m uzoqroqda saqlanishi va qo‘llanilishi kerak.

Kevlar- aramid tolasining qo‘llanilish sohalari:

1. **Kevlar-** shinalardagi rezinani armirovka qilish (remen, yengil va og‘ir avtomobillarning radial shinalari), umuman rezinatexnika maxsulotlar ishlab chiqarishda.

2. **Kevlar-29.** Kanatlar, kabellar, qoplamali matolar, arxitektura matolari va ballistik ximoya matolari ishlab chiqarishda. Kevlar-29 dan tayyorlangan jiletlar ko‘p mamlakatlarning xuquqni muxofaza qilish organlari xodimlari tomonidan ishlatiladi.

3. **Kevlar-49** - epoksid, poliefir va boshqa smolalarni armirovka qilish uchun, aerokosmik, dengiz, avtomobil va sport maxsulotlarini ishlab chiqarishda qo‘llaniladi.



12-rasm. Kevlar-29 aramid tolasidagi kompozitsion mahsulotlar.¹⁰

Hulosa etish uchun “Tolali mustahkamlashtirish komponentlari” mavzusiga “SWOT-tahlil” metodidan foydalanish mumkin:

S	Tolali mustahkamlashtirish komponentlarining kuchli tomonlari	Mustahkamligi eng yuqori ko‘rsatkichlarga ega bo‘lgan kompozitlarni yaratish imkoniyatlari...
W	Tolali mustahkamlashtirish komponentlarining kuchsiz tomonlari	Tolali mustahkamlashtirilgan kompozitlarning anizotropi
O	Tolali mustahkamlashtirish komponentlarining imkoniyatlari (ichki)	Yangi turdagi yuqori xususiyatli tolalar yaratilmoqda – bor tolalari, uglerod tolalari.
T	To‘siqlar (tashqi)	Tolali komponentlar matritsa materiallari bilan ho‘llanilishi va aralishishi qiyinligi.

¹⁰ William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 649-650 p.

6- §. Matritsa materiallar turlari: termoreaktiv, termoplastik organik materiallar, keramika, metallar.

Matritsa materiali turiga qarab kompozitlarni qo'yidagicha klassifikatsiya qilish mumkin:

- ***polimer matritsali kompozitlar***
- ***keramik matritsali kompozitlar***
- ***metall matritsali kompozitlar***
- ***oksid-oksid kompozitlar***

Kompozitsion materiallarda matritsa materialning bir jinsligini, monolitligini ta'minlaydi, buyumning shaklini va armirovka komponentlarning o'zaro joylashishini saqlaydi, ta'sir etayotgan kuchlanishlarni material hajmi bo'yicha taqsimlaydi, tolalarga bir xil kuchlanishni taqsimlashga harakat qiladi. Bundan tashqari matritsa armirovka komponentlari mexanik va kimyoviy ta'sirlardan ham himoyalaydi.

Polimerlar.

Polimerlar keramika va metallarga nisbatan murakkab strukturaga egadir, ammo polimerlar arzon va ularga osonlik bilan ishlov berish mumkin. Xossalariga kelsak, polimerlar mustahkamlik va elastiklik moduli ko'rsatkichlari past, ekspluatatsiya haroratlari yuqori bo'lmagan materiallardir. Ultrabinafsha, yorug'lik nurlari va ba'zi eritgichlarni uzoq vaqtda ta'siri polimerlarning degradatsiyasiga va xossalarini keskin pasayishiga olib keladi. Kovalent bog'lar asosida tashkil etilganligi munosabati bilan polimerlar asosan issiqlikni va elektrni yomon o'tqazadilar. Ammo kimyoviy moddalar ta'siriga metallardan ko'ra chidamliroqdir.

Polimerlar uglerod kovalent-bog'langan yirik zanjir molekulalar ko'rinishda tasavvur etishimiz mumkin. Kichik molekulalardan yirik molekulalarni tashkil etish jarayoni polimerizatsiya deb ataladi, demak polimerizatsiya ko'pgina monomerlarni birikish jarayonidir.

Polimerizatsiyaning 2 asosiy reaksiyasi mavjud:

1. Kondensatsiya-polimerizatsiya. Bu jarayonda molekulalar bosqichli reaksiyaga kirishib, reaksiya natijasida oddiy birikma ham hosil bo'ladi (suv).

2. Birikish- polimerizatsiya. Bu jarayonda monomerlar o‘zaro birikishib, polimer hosil bo‘ladi, ammo qo‘shimcha birikmalar hosil bo‘lmaydi. Bunday reaksiyalar katalizatorlar ishtirokida bajariladi. Etilenmolekulalarining chiziqli ($\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-}$) birikishi polietilen molekulasini hosil bo‘lishiga olib keladi (etilen molekulalari zanjiri). Shunda polimerning og‘irligi hamma monomerlarning molekula og‘irligi summasiga teng bo‘ladi.

Polimer matritsalar: Termoplastlar va reaktoplastlar¹¹.

Polimerlar reaksiyaga kirishish tabiatiga ko‘ra 2 turga bo‘linadi:

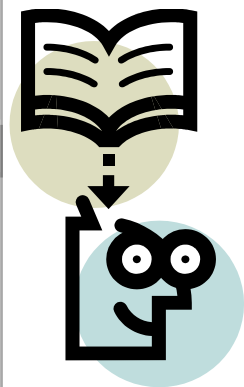
Termoreaktiv va termoplastik polimerlar¹².

Matritsalar sifatida qattiq epoksid, poliefir, fenol smolalar qo‘llaniladi. Polimer matritsali kompozitlarning afzalliklari: yuqori mustahkamligi va elastik xossalari; agressiv muhitlarga bardoshligi; yaxshi antifriksion va friksion xossalari, hamda yuqori issiqlik himoyalash va amortizatsion xususiyatlaridir.

Kompozitlar olishda polimerlar yoki toza holatda (kukun, granula, listlar, plenkalalar), yoki bog‘lovchi holatida qo‘llaniladi.

Termoreaktiv polimerlar – polimer zanjiri hosil bo‘layotganda qotish reaksiyasi ham sodir bo‘ladi. Polimerlar reaksiya natijasida qotib qoladi. Ushbu reaksiyalar maxsus kimyoviy moddalar ta‘sirida, yoki issiqlik va bosim ta‘sirida, yoki monomerlarga elektronlar

Termoplastlar – polimerlar temperatura va bosim ta‘sirida oquvchanlik ega bo‘ladilar va issiqlik ta‘sirida yumshoq yoki plastik holatga o‘tadilar. Xona haroratigachan sovutilganda bunday polimerlar ham qotadi. Ularning issiqlik ta‘sirida erishi molekulyar strukturasi va shakli, molekulalar o‘lchamlari va massasi, bog‘lanishlar turi (kovalent yoki Van-der-Vaals) bilan bog‘liq.



Termoreaktiv polimerlar faqat tuzilmali qo‘shimchalarni o‘z ichiga olgan holda nisbatan kamdan-kam hollarda o‘zlarining sof shaklida qo‘llaniladi. Odatda ular

¹¹ Бондалетова Л.И. Полимерные композиционные материалы (часть 1): учебное пособие / Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 118 с.

¹² Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012.- 73-76 p.

mustaxkamlashtiruvchi moddalar, eritgich, quyuqlashtirgich, stabilizator, bo'yoqlar, moylash materiallari kabi mos va mos kelmaydigan qo'shimchalarni kiritadilar va shu sababli ular murakkab ko'p komponentli materiallar - termosetlarni olishadi. Termosetning polimer bazasi - termosetlangan polimer - "bog'lovchi" deb nomlanadi. Keng qo'llaniladigan termoreaktiv polimerlar: fenolformaldegid (FFA), toyinmagan polefirlar (TPE), epoksid smolalar (ED), tikilgan poliuretanlar.

Bog'lovchi sifatida, molekulasi 1500 gacha bo'lgan reaktiv oligomerlar qo'llaniladi, ularning molekulalarida ikkitadan ko'p funktsional guruh mavjud. Materiallar va mahsulotlarni olishning boshlang'ich bosqichida, termosetin bog'lovchilari past yopishqoqlikka ega, bu esa mahsulotlarni shakllantirish jarayonini osonlashtiradi. Termosetin bog'lovchilarining kimyoviy tuzilishidagi farq, kengaytirgichlar, qo'zg'atuvchilarni tanlash, turli xil armirovka moddalardan foydalanish juda katta mustaxkamlik, elektr, tribotexnik va boshqa operatsion xususiyatlarga ega bo'lgan tarkibiy materiallarni olish imkonini beradi. Birlashtiruvchi turiga qarab, termosetlar fenoplastlar, aminolar, poliester, epoksi, poliuretan, organosilikon va boshqa plastmassalarga bo'linadi. Fenolik smolalar - bu fenollar va aldegidlar, ko'pincha fenol va formaldegidning o'zaro ta'siri mahsulidir.

Shunday qilib, **termoreaktiv polimerlar** moddalar kimyoviy reaksiyalar natijasida mustahkamlovchi material (tolalar, iplar, lentalar, matolar) singdirilgandan keyin erimaydigan qattiq polimer matritsasiga aylanadigan nisbatan past yopishqoqlikka ega suyuqliklardir (ishlov berish haroratida). Termoset bilan bog'lab qo'yuvchilar yaxshi texnologik xususiyatlarga ega (past yopishqoqlik); mustahkamlovchi materialni yaxshi namlanishi va singdirishi; ko'pgina tolalarga yaxshi yopishish, har xil muhitda yuqori haroratga chidamlilik, qarshilik; ularning xususiyatlarini tarkibiy qismlarni o'zgartirish, o'zgartiruvchilar, katalizatorlar va ishlov berish sharoitlarini o'zgartirish orqali keng doirada boshqarish mumkin.

Termoplastik polimerlar (termoplastiklar) polimerlar bo'lib, ular qizdirilganda yumshaydi va sovutilganda qattiqlashadi. Bu turga polietilen, polistirol, polietilentereftalat, polivinilxlorid kiradi. Oddiy haroratda termoplastiklik qattiqdir

(shisha yoki kristall). Harorat ko'tarilgach, ular yuqori darajada egiluvchan bo'lib, keyinchalik yopishqoq oqimga aylanadi, bu esa ularni turli yo'llar bilan shakllantirishga imkon beradi. Ushbu o'tishlarni qaytarish mumkin va ko'p marta takrorlanishi mumkin, bu esa maishiy va sanoat chiqindilarini mahsulotlarga qayta ishlashga imkon beradi. Termoplastikani tanlash ko'plab omillar bilan belgilanadi: mahsulotning ish sharoitlari, polimerning texnologik xususiyatlari, plastmassaning narxi, uning mavjudligi va bo'yash qobiliyati. Polietilen (PE) eng ko'p ishlatiladigan polimerlardan biridir. Sanoat past bosimli polietilen (LDPE) va yuqori bosimli polietilen (HDPE) ishlab chiqaradi. HDPE ning kuchi, termal va kimyoviy qarshiligi HDPE dan yuqori. Gaz o'tkazuvchanligi, aksincha, LDPE uchun yuqori. Polietilen 290 ° C dan yuqori haroratlarda parchalanadi va quyosh nuri issiqlikning qarishini keltirib chiqaradi. Xona haroratida polietilen sulfat va nitrat kislotalarni, konsentrlangan xlorid, fosfor va ftor kislotalarni suyultirishga chidamli bo'lib, suvning kam singishiga ega. PE in'eksion kalıplama, ekstruziya, presslash, yaxshi payvandlangan va ishlov berishni anglatadi. Polipropilen (PP) yuqori qarshilik va yaxshi elastiklik xususiyatlariga ega. Havo bo'lmaganda, 300 °C da termal qirilish sodir bo'ladi. Polipropilen ko'plab kislotalar va ishqorlarga chidamli. Konsentrlangan sulfat kislota polipropilenni xona haroratida zaiflashtiradi va minus 60 °C da polipropilen katastrofik ravishda hossalari zaiflashadi va kuchli oksidlovchi moddalarga turg'un emas bo'ladi. Polipropilen bosim bilan, ekstruziya, vakuum presslash, puflash, payvandlash, presslash, purkash va kesish bilan ishlov beradi. Polistirol (HIPS) yuqori nurlanish qarshiligiga ega mo'rt polimer bo'lib, qizdirganda yumshab, sovutishda qotib qoladi (13-rasm).



Termoplastik polimerlar



Termoreaktiv polimerlar

13-rasm. Termoplastik va termoreaktiv polimerlar.

Termoplastik polimerlar 266°C dan yuqori haroratlarda yumshashi boshlanadi. Polistirol ma'lum mineral va organik kislotalarga, ishqorlarga, transformator yog'iga chidamli bo'lib, faqat konsentrlangan nitrat va sirk kislotasiga chidamsiz hisoblanadi. Polistirolni qayta ishlash texnologiyalari: lazer bilan keshi, ekstruziya, vakuum ostida, pnevmatik uzatma yordamida.

Ftorli ftoretilen - bu kimyoviy formulaga ega bo'lgan chiziqli polimer, ftoretilen polietilen uchun savdo belgilari: floroplast-4 (Rossiya), teflon (AQSh), poliflon (Yaponiya) va boshqalar. Polimerning kristallanishi 95.%, erish nuqtasi (T_m) $310-315^{\circ}\text{C}$, zichligi $2100-2300\text{ kg/m}^3$ (ma'lum polimerlar orasida eng yuqori). Ftorid birikmalari ularni 415°C dan yuqori haroratda (T_{estr}) ozod qilish orqali chiqariladi. Ftoroplast-4 o'z-o'zidan yog'lanadi va past ishqalanish ko'effitsientiga ega. Bu

zamburug'lar, yuqori konsentratsiyalangan va suyultiriladigan kislotalar, ishqorlar va kuchli oksidlovchi moddalar ta'siriga uchramaydigan eng kimyoviy bardoshli polimer, yuqori dielektrik hossalarga ega. Oldindan maxsus ishlov berishdan so'ng polimer qayta ishlanadi, payvandlanadi va muhrlanadi. Ba'zi bir floroplastik modifikatsiyalar kukun metallurgiya, presslash, ekstruziya, qoliplash va purkash usulida qayta ishlanadi.

Polivinilxlorid (PVX) yaxshi elektr izolyatsion xususiyatlarga ega, kimyoviy bardosh va olovbardosh amorf polimerdir. 150-170 °C dan yuqori haroratlarda vodorod xloridi issiqlik ta'sirida parchalanadi. Sovuqqa nisbatan chidamsiz (minus 10 ° C) va issiqlikka chidamlili polimer hisoblanadi.

Polimetilen oksidi - bu kimyoviy formulaga ega $[-CH_2 - O-]_n$ chizig'li strukturaga ega bo'lgan polimer. Polimetilen oksidi chet elda atsetat yoki poliatsetil smolasi sifatida taniladi. Polimer yaxshi qarshilik va dinamik ravishda o'zgaruvchan mustaxkamlikga ega, va po'latga nisbatan past ishqalanish ko'effitsientiga ega (0,2-0,35). Injection va ekstruziya usulida polimetilen oksidini qayta ishlash mumkin, hamda material yaxshi kesiladi.

Polifenilen oksidi - chiziqli tuzilishga ega oddiy aromatik poliester. 2,6-dimetilfenolni dehidropolikondensatsiya bilan olinadi. Polifenilen oksidi, xususiyatlarini o'zgartirmasdan in'eksion qoliplash mashinalarida qayta ishlanishi mumkin, bu juda texnologik jihatdan rivojlangan. Polimer toksik emas, agressiv muhitga chidamli. Injection kalıplama ekstrüde qilingan. Murakkab shakldagi qalin devorli mahsulotlarni polifenilen oksididan olish mumkin. Polifenilen sulfidi oddiy aromatik poliesterdir. Difenilolpropan tuzlarining 4,4'-dixlorodifenilsulfon bilan polikondensatsiyasi polikondensatsiya yo'li bilan amalga oshiriladi.

Shunday qilib, termoplastikalar yuqori samaradorlik va turli hil usullar yordamida oson ishlov berish usullari bilan ajralib turadi; qismlarni shakllantirish kamroq energiya talab qiladi; katta hajmda olish mumkin, qismlarning murakkab konfiguratsiyasi ta'minlash mumkin; qayta ishlash mumkin; prepreglarning deyarli cheksiz vaqt davomida o'zgarmasligi bilan farqlanadi (ishlab chiqarish va mahsulotni

qayta ishlash o'rtasidagi vaqt); yonishning harorati past, yonish vaqtida tutun chiqishi va yonish mahsulotlarining toksikligi; yuqori radiatsiyaviy qarshilik; yuqori kuch va issiqlikka chidamliligi (polietersulfon, polieterimid, polifenilen sulfid), yuqori zarba kuchi va yorilishga chidamliligi bilan ajralib turadi.

Keramika

Keramik materiallar qattiq va mo'rt bo'ladi. Keramik materiallar mo'rtligidan tashqari, ba'zi xossalari turlicha bo'lishi mumkin. Reaktiv dvigatellarda qo'llaniladigan metallik- superqotishmalar 800 °C haroratigacha yaxshi xususiyatlarga ega, lekin 1100 °C da metall qoplamasi oksidlanishi boshlanadi. Undan yuqori haroratlarda esa boshqa turdagi konstruksion materiallardan foydalanish kerak bo'ladi. Shu yerda keramik materiallar kerakli xossalarni namoyon qilishi mumkin.

Keramik matritsalarining asosiy kamchiligi – ularning mo'rtligi, shuning uchun ularni mustahkamlashtirish zarur bo'ladi.

Keramik matritsalar sifatida shishakeramik materiallarni misol keltirish mumkin. Shishakeramik materiallar kompozitsion material kabi hajm bo'yicha 95-98 foizi kristall fazadan, qolgan qismi esa shisha fazadan iborat bo'ladi. Kristall faza o'ta nozik (zarrachalar diametri 100 nm dan kichik) strukturaga ega. Bunday kichik kristallarni o'stirish uchun shisha massasi tarkibiga katalizator (odatda TiO_2 va ZrO_2) qo'shiladi va olingan shisha yo'naltirilgan kristallizatsiyaga uchraydi.

Hozirgi vaqtda keramika maxsulotlari an'anaviy va texnik keramika turlariga tavsiflanadi. Oddiy keramikaning tarkibiga silikatlar kiradi (SiO_2), shuning uchun oddiy keramika ishlab chiqaradigan sanoat silikatlar texnologiyasi deb ataladi. Texnikada turli xil oksidlar, karbidlar, nitritlar, boridlar, silitsidlar, sulfidlar mavjud bo'lgan maxsus keramika (texnik keramika) dan foydalaniladi. Aralash tipli keramikaning rivojlanishiga ma'lum misollar keltirishimiz mumkin. Masalan, keramikaning ikki turi - AlO_3 ion oksidi va kislorodsiz $\text{Si}_3\text{N} - \text{Si}_{6-x}\text{Al}_x\text{N}_{8-x}\text{O}_x$ umumiy formulasining samarali "sialon" moddasi yaratildi, ulardan ichki yonish dvigatellari silindrli bloklari, gaz turbinasi pichoqlari va boshqa soxalarda qo'llanilmoqda. Ba'zi

hollarda kermet deb nomlangan materiallar - alyuminiy oksidi - metall (masalan, xrom) kabi keramik-metal materiallar ham shartli ravishda keramik materiallar toifasiga kiradi. Oksidlardan tashqari alyuminiy karbid, nitrid, magniy, berilliy, titan, tsirkonyum, xrom va boshqa elementlarning oksidlaridan foydalanish mumkin. Metall tarkibiy qism - nikel, kobalt, temir va ba'zi metall qotishmalar. Ba'zan, keramika, bog'lanishning nometall bo'lmagan tabiati va polimer bo'lmagan (zanjirli) tuzilishi bilan tavsiflangan qattiq modda deb tushuniladi, ya'ni keramika bu metall va polimer bo'lmagan barcha narsalardir.

Qo'llanilish soxalariga ko'ra keramika mexanik, issiqlikka chidamli, elektro, magnit, optik, kimyoviy, bio, yadro va o'ta o'tkazuvchan turlarga tavsiflanadi. Mexanik keramikaning asosiy xususiyatlari - bu qattqlik, mexanik mustaxkamlik, elastik modul, sinishga chidamlilik, qarshilik, tribotexnik xususiyatlar, chiziqli issiqlik kengayish koeffitsienti va issiqlikka chidamlilik. Ushbu xususiyatlar Si_3N_4 , ZrO_2 , SiC , TiB_2 , ZrB_2 , TiC , TiN , WC , B_4C , Al_2O_3 , BN birikmalari bilan ta'minlanadi. Issiqlikka chidamli keramika issiqlik qarshiligi, issiqlikka chidamliligi va olovbardoshligi bilan ajralib turadi. Keramika komponenti sifatida SiC , TiC , B_4C , TiB_2 , ZrB_2 , Si_3N_4 , BeS , CeS , BeO , MgO , ZrO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 ishlatiladi.

Amaliyotda keng va muvaffaqiyatli ishlatiladigan keramik materiallarga misollar: silikon karbid (grafitni oksidlanishdan himoya qilish, shamol tegirmoni pichoqlari, ba'zi suyuq reaktiv dvigatellar, abraziv materiallar); titan karbidi (reaktiv va yadro texnologiyasi uchun qismlar ishlab chiqarish uchun issiqlikka bardoshli materiallar); zirkoniy diborid (samolyot dvigatelining uchlari); bor nitridi (samolyotlarning antenlari va elektron jihozlari).

Keramika materiallarining asosiy afzalliklari yuqori erish harorati, siqilishga mustaxkamligi, stress sharoitida yuqori chidamlilik xususiyatlari, agressiv muhitda kimyoviy qarshilikdir.

Qurilishda qo'llaniladigan zamonaviy keramika materiallariga boshqa talablar qo'yiladi: metallning konstruksion materiallariga yuqori chidamlilik xususiyatlarini, yuqori zarbalarga chidamliligini va boshqa xususiyatlarini ta'minlash lozim.

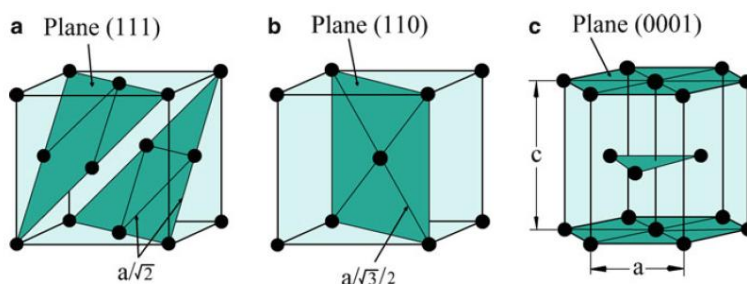
Strukturaviy keramikaning asosiy kamchiliklari, uning tarkibiy material sifatida keng tarqalishiga to'sqinlik qiladigan narsa, yoriqqa chidamliligining past darajasi (sinish qattiqligi). Keramikaning sinishi qattiqligi taxminan $1-2 \text{ MPa/m}^{1/2}$ ni tashkil qiladi (metall materiallar uchun, qiymatlar $40 \text{ MPa/m}^{1/2}$ dan yuqori). Keramikaning mo'rtligi - past yorilish qarshiligi, unga xos bo'lgan kimyoviy birikmalarning yuqori mustahkamligi bilan bog'liq. Kovalent bog'lanish materiallari odatda kuchli va mo'rt hususiyatlarga ega bo'ladi.

Keramik matritsalarining mo'rtligini kamaytirish maqsadida ularga muhtajlashtiruvchi komponentlar (keramik, metal tola, zarrachalar) qoshiladi va hosil bo'lgan kompozitsion material yuqori mexanik hususiyatlarga ega bo'lishi bilan ajralib turadi.

Metallar

Metallar universal konstruksion material hisoblanadi. Metallar o'zining mustahkamligi va qattiqligi bilan ajralib turadi. Metallar plastik deformatsiya qilinishi va ularning xossalari turli usullar bilan kuchaytirilishi mumkin, bu asosan dislokatsiyalar deb ataladigan chiziqli defektlarning harakati bilan bog'liq bo'ladi.

Metallar kristallari 3 turdagi singoniyadi kristallanadi: yuzasi markazlashgan kubik (a); tekislik markazlashgan kubik (b); hamda zich geksagonal (c) singomiyalarda.



14-rasm. Metal kristallar singoniyasi.

Metall matritsali kompozitlarning (MMK) 3 turi mavjud:

- Dispers-mustahkamlashtirilgan MMK;
- Qisqa tola va mo'ylovlar bilan armirovka qilingan MMK;
- Uzluksiz tola va listlar bilan armirovka qilingan MMK.

5-jadvalda metall matritsali kompozitlarda eng keng qo'llaniladigan armirovka materiallarining o'lchamlari va uzunlik/diametr nisbatlari keltirilgan¹³.

Dispers–mustahkamlashtirilgan MMK eng keng tarqalgan bo'lib, uzluksiz tolalar bilan mustahkamlashtirilgan kompozitlardan ko'ra arzonroqligi va xossalari izotropligi bilan ajralib turadi.

Zamonaviy texnologiyalarda nano o'lchamli fullerenlar bilan mustahkamlashtirish katta qiziqish tug'dirmoqda. Fullerenlar (eng keng tarqalgan birikma C60) -yengil va yuqori mustahkamlikga ega materillar. Barrera va b. (1994) o'z tadqiqotlarida poroshok metallurgiya usulari yordamida fulleren /metall kompozitsion materiallar tarkibini yaratgan. Mis-fulleren kompozitlar misni fulleren ustiga purkash (argon atmosferasida) natijasida olingan.

Nol-o'lchamli to'ldirgichlar bilan kompozitlar o'zlarining izotropligi bilan ajralib turadi. Dispers mustahkamlashtirilgan kompozitsiyalar kukun metallurgiya usullari yordamida ishlab chiqariladi. 1-mavzuda alyuminiyli SAP kompozitining tarkibi keltirgan edi (1-jadval).

5-jadval. Metall matritsali kompozitlarda eng keng qo'llaniladigan armirovka materiallari

Armirovka turi	O'lchamlararo nisbat	Diametr (μm)	Misollar
Zarrachalar	~ 1-4	1-25	SiC, Al ₂ O ₃ , WC, TiC, BN, B ₄ C
Qisqa to'la eki moylorlar	~ 10-1000	0,1-25	SiC, Al ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ + SiO ₂ , C
Uzluksiz tola	> 1000	3-150	SiC, Al ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ + SiO ₂ , C, B, W, NbTi, Ni ₃ Sn

Nikel matritsali kompozitsion materiallar

¹³ Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012.- 198 p.

Nikel matritsali kompozitsion materiallarda mustahkamlashtirish komponenti sifatida toksik toriy oksidi (ThO_2) yoki gafniy dioksidi qo'llaniladi (HfO_2). Bu kompozitsion materiallar VDU-1 va VDU-2 deb ataladi: ular plastik xossalarga ega, turli usullar yordamida ishlov berilishi mumkin (kovka, shtampovka, osadka, chuqur tortib olish). VDU tarkibli detallarni paylashda yuqori haroratli payvandlash yoki diffuzion svarka qo'llaniladi. Aviatsiya dvigatellarini tayyorlashda VDU-2 kompozit qotishmalari keng qo'llaniladi.

Olovbardosh nikel qotishmalarini armirovka qilishdan maqsad – ularning ish haroratini 1100–1200 °Cgacha ko'tarish va ishlash vaqtini uzaytirishdir. Nikel qotishmalarini mustahkamlashtirish uchun ipsimon kristallar, olovbardosh va qiyin eriydigan metallar va qotishmalar, uglerod va kremniy karbidi tolalaridan ham foydalaniladi.

Evtektik kompozitsion materiallar – evtektik tarkibli kompozitlar. Bu kompozitlarda mustahkamlashtiruvchi faza sifatida massa tarkibida yo'naltirilgan kristallizatsiya jarayonlari natijasida hosil bo'lgan kristallar xizmat qiladi. Bunday kompozitlar Al, Mg, Cu, Co metallari asosida olingan. Alyuminiy kompozitlari yengilligi, kichik zichligi va yuqori mustahkamligi munosabati bilan aerokosmik sohada keng qo'llaniladi. Al-Cu-Mg va Al-Zn-Mg-Cu tarkibli qotishmalar ham katta e'tiborga ega.

Alyuminiy-litliy qotishmalari maxsus dispers-qotadigan alyuminiy qotishmalar turiga mansub. Alyuminiyga litiy qo'shilganda qotishmaning yanada zichligi pasayadi va elastiklik moduli o'sadi. Bunday tarkiblar asosan aerokosmik yo'nalishlarda foydalaniladi. Al-Li, Al-Cu-Mg va Al-Zn-Mg-Cu qotishmalari ham evtektik kompozitlar sinfiga kiradi.

Nikel asosidagi evtektik kompozitlar – olovbardosh materiallar sifatida raketa va kosmik texnikasida qo'llaniladi. Asosiy metall va qotishmalarning xossalari 6-jadvalda keltirilgan.

6-jadval. Keng tarqalgan metall va qotishma matritsalarining mexanik xossalari¹⁴

Xossa	E, GPa	σ_y , MPa	σ_{max} , MPa	K_{Ic} , MPa m ^{1/2}
Alyuminiy	70	40	200	100
Mis	120	60	400	65
Nikel	200	70	400	350
Ti-6Al-4V	110	900	1000	120
Alyuminiy qotishmalari (past mustaxkamlik- yuqori mustaxkamlik)	70	100-380	250-480	40-23
Uglerodli po'lat	210	250	420	140
Zanglamaydigan po'lat (304)	195	240	365	200

Qatlamli metal-kompozitlar – keng spektrdagi xossalarga ega bo‘lgan muhim materiallar sinfidir. Asosiy xossalari: yuqori mustahkamligi, korroziyaga bardoshligi, elektr- va issiqlik o‘tkazuvchanligi, olovbardoshligi, ishqalanishga chidamliligi.

Bugungi kunda bunday materiallar dengiz kemalari, avto-, traktor sozlikda, turli uskunalar tayyorlashda, metallurgiyada, tog‘ konliklik, neft, mashinasozlik sanoatida keng qo‘llanilmoqda. Poli- va bimetallardan listlar, lentalar, trubkalar, sim, truba, fason profillari, detallar va boshqa konstruksiyalar tayyorlanmoqda. Bu esa yuqori legirlangan po‘latlar, defitsit va qimmatbaho rangli metallarni (Ni, Cu, Cr, Mo) tejashga imkoniyat beradi.

Qatlamli metall-kompozitlar funksional xossalariga asosan bir nechta turlarga bo‘linadi: korrozion bardosh, antifriksion, elektrotexnik, instrumental va b.

Qatlamli metall-kompozitlar asosida buyumlar turli usullar yordamida ishlab chiqariladi: quyish, quyish plakirlash, prokat, payvandlash va naplavka.

Masalan, yuqori haroratlarda ekspluatatsiya qilinadigan reaktiv dvigatellarning

¹⁴ Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012.- 210-214 p.

yonish kamerasi ichida molibden va volfram simlari va titan matritsasi asosidagi kompozitlar qo'llaniladi. 1093°C haroratda eng yuqori mustahkamlikka ($\sigma_v = 2.2$ GPa) ega W—Re—Hf—C tarkibli sim nikel va kobalt superqotishmalarining ushbu temperaturadagi mustahkamligidan 6 barobar kattadir.

Hulosa etib, “Sinkveyn usuli”da “Matritsa” so'ziga shunday izoh berish mumkin:

1. Matritsa.
2. Bog'lovchilik xususiyati.
3. Xajm bo'icha teng taqsimlangan.
4. Kompozitning bir jinsliligini ta'minlaydigan keramik, polimer yoki metall material.
5. Komponent.

Amaliy mashg'ulot. Organik va kremniy-organik matritsalar tarkibini va xossalarini o'rganish.

Ishning maqsadi:

Termoreaktiv va termoplastik polimer materiallarning tarkibi va xossalarini o'rganish.

Kompozit materiallar olishda termoreaktiv polimerlardan bog'lovchi sifatida foydalaniladi. Termoreaktiv polimer bog'lovchilar sintetik smolalar va qotiruvchi, katalizatorlardan tashkil topgan ikki yoki ko'p komponentli sistema hisoblanadi.

Bog'lovchining tarkibi qotish reaksiyasining borishi va mahsulotning mexanik xossalariga bog'liq bo'ladi.

KM tayyorlashda ko'p hollarda poliefir, epoksidli yoki fenolformaldegidli bog'lovchilar qo'llaniladi.

Poliefirmaleinatlar (poliefir smollar) tarkibi, kimyoviy tuzilishi va molekulyar massasidan kelib chiqqan holda qovushqoq suyuqlik yoki qattiq moddadan iborat.

Temperatura va qotish tezligi initsiator va tezlashtiruvchi turini tanlash orqali aniqlanadi.

Qotmaydigan epoksid smolalar eriydigan qovushqoq suyuqlik yoki mo'rt qattiq moddalar hisoblanadi. Epoksid smolalarning qotiruvchisi sifatida aminlar ishlatiladi.

Qotirilmagan fenoloformaldegid smolalar qovushqoq suyuqlik yoki 60–120°C da suyuq xolga o'tuvchi qattiq mo'rt shaffof amorf massa hisoblanadi.

Kerakli asboblari va materiallar: smolalar – poliefir, epoksid, fenoloformaldegidli; qotiruvchilar – polietilenpoliamin (PEPA), trietanolaminotitanat (TEAT), malein angidrid (MA), gidroperoksid izopropilbenzol (giperiz); tezlatuvchi: kobalt naftenati (NK).

Ish tartibi. Polimer bog'lovchilar tayyorlash uchun turli tipdagi smolalar va komponentlarni vizual o'rganish va adabiyotlar tahlili yordamida har bir komponentning alohida belgilari aniqlash, ya'ni xidi, rangi, agregat holati, zichligini 7-jadvalga yozib to'ldirish.

7-jadval. Polimer bog'lovchilar tayyorlash uchun turli tipdagi smolalar va komponentlar hossalari

Komponentlar	Rang	Xidi	Fizik holati	Boshqa xususiyatlar

Termoreaktiv oligomerlar asosida bog'lovchilar tayyorlash

Ishning maqsadi: turli bog'lovchilarni tayyorlash uchun kerak bo'ladigan komponentlarni xisoblashni o'rganish.

Polimer bog'lovchilar bir nechta komponentlardan tashkil topadi: smolalar, qotiruvchilar, tezlashtiruvchi, katalizator, plastifikator va boshqalar.

Ma'lum miqdordagi bog'lovchini tayyorlashda kerakli komponentlar massasini aniqlik bilan tanlash lozim bo'ladi. Aniq tanlangan tarkib va qo'shilmalar sifatli mahsulot olish uchun zamin bo'ladi. Komponentlar tarkibi empirik yoki hisob yo'li bilan aniqlanadi.

Kerak bo‘ladigan massa yo‘qotishni hisobga olgan holda (taxminan 10%) barcha komponentlar massa ulushini yig‘indisiga teng deb qabul qilinadi.

Bog‘lovchi komponentlari smolaga bosqichma bosqich qo‘shib boriladi va yaxshilab aralashtiriladi. Qotiruvchilar jarayonning oxirida qo‘shiladi.

Yuqori qovushqoq smolalar ishlatishdan oldin 80°C gacha qizdiriladi va shu xolida plastifikator yoki aralashtiruvchi qo‘shiladi.

Kerakli asboblari va materiallar: epoksid va poliefir bog‘lovchilarni tayyorlashga kerakli komponentlar, tarozi, shisha tayoqcha, idish, termoskaf.

Ishning tartibi. Epoksid smola asosida 100 g bog‘lovchi tayyorlashni hisobi. ED-20 – 100 mas. ul., PN-1 – 20 mas. ul., PEPA – 10 mas. ul.

Komponentlar massasini yo‘qotishlarni hisobga olgan holda aniqlash. Bog‘lovchilar massasi 110 g, 130 mas. q. Bog‘lovchiga mos keladi (100+20+10).

U holda 110 g (bog‘lovchi) – 130 mas. q, X_1 (ED-20) – 100 mas. q., X_2 (PN-1) – 10 mas. q., X_3 (PEPA) – 20 mas. q. Bu proporsiyalarni yechgan holda quyidagilarga ega bo‘lamiz: 84,6 g – ED-20; 8,4 g – PN-1; 16,9 g - PEPA.

Olingan natijalar quyidagi jadvalga yozib boriladi.

8-jadval. Termoreaktiv oligomerlar asosida bog‘lovchilar tayyorlash uchun shixta tarkibi

Tarkib №	Smola		Plastifikator		Qotiruvchi		Tezlashtiruvchi	
	mas. q.	g	mas. q.	g	mas. q.	g	mas. q.	g
1								
...								

Bog‘lovchining zichligini aniqlash

Ishning maqsadi: turli termoreaktiv polimerlar asosidagi bog‘lovchilarning zichligini nazariy va eksperimental aniqlashni o‘rganish.

Kompozitsion materiallarni tarkibini hisoblashda bir necha komponentdan iborat bo‘lgan bog‘lovchining zichligini o‘rganish kerak bo‘ladi.

Bunday bog‘lovchining zichligini dastlabki komponentlar zichligini va kompozitdagi massa ulushini bilgan holda, aralashma qoidasiga asosan nazariy jixatdan aniqlash mumkin.

Olingan qiymatni eksperimental tekshirish uchun massa va hajm usulidan foydalanish mumkin. Bunda zichlik kompozit massasini uning hajmiga nisbati orqali hisoblanadi.

Kerakli asboblari va materiallari: epoksid va poliefir bog‘lovchini tayyorlash uchun kerak bo‘ladigan komponentlar, 0,1 g gacha aniqlikdagi laboratoriya tarozisi, shisha tayoqcha, idish, termoskaf, o‘lchov silindri.

Ish tartibi. 50 g dan turli tarkibli bog‘lovchilar tayyorlanadi. (2-ilova).

Har bir kompozitning nazariy zichligi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$\rho_{\text{cb}} = \frac{\rho_1 \cdot C_1 + \rho_2 \cdot C_2 + \dots + \rho_n \cdot C_n}{C_1 + C_2 + \dots + C_n},$$

Bu yerda ρ_1, ρ_2, ρ_n –komponentlar zichligi (3-ilova); S_1, S_2, S_n – tegishli komponentlarning massa ulushi.

Zichlikni eksperimental aniqlash uchun o‘lchov silindri laboratoriya tarozisida o‘lchanadi. Keyin o‘lchov silindriga kompozit joylanadi va egallagan hajmi aniqlanadi. Bunda kompozitni silindr devorlariga tarqalishi va pufaklar paydo bo‘lishiga yo‘l qo‘ymaslik kerak. Shundan keyin kompozit joylangan silindr yana tarozida o‘lchanadi va quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\rho_3 = \frac{m - m_1}{V},$$

Bu yerda m, m_1 – o‘lchov silindrini bog‘lovchi bilan va bo‘sh xolidagi massasi, g; V – bog‘lovchi egallagan hajm, sm^3 .

Eksperiment kamida uch marta takrorlanadi va o‘rtacha arifmetik qiymat topiladi.

Termoplastik polimer materiallarning tarkibi va xossalarini o‘rganish.

Ishning maqsadi: turli tabiatga ega granullangan polimer materiallarning asosiy tavsifiy xususiyatlarini o‘rganish.

Tayyor mahsulotdagi polimer materialning tabiatini aniqlash uchun tizimli tarzda sifat va miqdor analizlar o'tkaziladi va ma'lum polimerlar bilan solishtiriladi.

Polimer material namunasi quyidagi sxema bo'yicha aniqlanadi:

- **namunani tashqi kuzatish;**
- **yumshash temperaturasini aniqlash;**
- **namunani alangada o'zini tutishi;**
- **namunaning erishini aniqlash;**
- **polimerda rang reaksiyalarni olib borish.**



Avvalo, namunaning tashqi ko'rinishi, uning fizik holati, rangi, xidi, shaffofligi, qattiqligi, elastikligi, zichligi va granula o'lchamlari belgilanadi.

Keyin uning eruvchanligi tekshiriladi. Buning uchun namuna issiq havoga yoki metall yoki asbest taglikda qizdiriladi.

O'zini qanday tutishiga qarab plastmassa termo yoki reaktoplastga ajratiladi. Agar polimer termoplast materialga taaluqli bo'lsa, unda polimerning yumshash temperaturasi aniqlanadi.

Materialni solishtirish maqsadida uni alangadagi holati o'rganiladi. Buning uchun ma'lum miqdordagi material ehtiyotkorlik bilan alangaga tutiladi. Bunda yonishning tavsiflari belgilab boriladi: yonuvchanligi, egilishi, erishi, xidi, alanga rangi, tutun paydo bo'lishi, o'z-o'zidan o'chishi, kul hosil bo'lishi, rangi va boshqalar.

Materialni eritmalarda erishi u yoki bu polimerlar sinfiga oidligi bilan amalga oshiriladi.

Ko'pchilik smolalar sirka angidridi va sulfat kislota qo'shilganda turli rangli birikmalar hosil qiladi. Liberman– Shtorx – Moravskiy reaksiyasi shunga asoslangan.

Polimer materiallarning eruvchanligini aniqlash

Kerakli asboblari va materiallar: turli tabiatli polimer materiallar; erituvchi – benzin, atseton, suv, etil spirti, uksus kislota, xlorid kislota.

Ish tartibi. Eruvchanlikni aniqlash uchun 0,5 g maydalangan namunani probirkaga solinadi. 5-10 ml erituvchi qo'shiladi va chayqatilib, bir necha soatga tik holatda qoldiriladi. Keyin erish darajasini aniqlanadi-to'liq, qisman, bo'kkan, erimagan.

Agar namuna qisman erigan bo'lsa, eruvchanlik qizdirish orqali aniqlanadi.

Materialning alanga ta'sirida holatini o'rganish

Kerakli asboblari va materiallar: turli tabiatli polimer materiallar; yondirgich, shpatel, pinset.

Ish tartibi. Ma'lum miqdordagi material shpatel yordamida ehtiyotkorlik bilan alanganing yuqori temperaturali zonasida tutib turiladi.

Alangadan olingandan so'ng uning yonishi kuzatiladi. Bunda yonishning tavsiflari belgilab boriladi: yonuvchanligi, egilishi, erishi, xidi, alanga rangi, tutun paydo bo'lishi, o'z-o'zidan o'chishi, kul hosil bo'lishi, rangi va boshqalar.

Polimerda rangli reaksiya

Kerakli asboblari va materiallar: turli tabiatli polimer materiallar; chinni plastina, sirka ангидриди, konsentrlangan sulfat kislota, pipetka.

Ish tartibi. Chinni plastinkaga polimer bo'lakchasi joylashtiriladi va unga bir necha tomchi sirka ангидриди tomiziladi, keyin sulfat kislota tomiziladi. 30 minut davomida suyuqlik va smola yuzasi rangi o'zgarishi kuzatiladi. Natijalar ma'lumotlar bazasi bilan solishtirilib polimer turi aniqlanadi.

Yumshash haroratini aniqlash

Kerakli asboblari va materiallar: turli tabiatli polimer materiallar; metall yoki chinni tigeli, termometr, kvars qumi, metall yoki asbest taglik.

Ish tartibi. Erish uchun namuna tayyorlanadi. Olingan namuna issiq havo oqimiga tutiladi. Natijaga qarab uni termo- yoki reaktoplast ekanligi aniqlanadi.

Yumshash harorati. 5-10 sm uzunlikdagi va 1 sm enli namuna quruq qum bilan to'ldirilgan temir tigelga o'rnatiladi. Tigel asta sekin qizdiriladi va namuna egilishi vaqtidagi

temperatura belgilanadi. Bu yumshash temperaturasi hisoblanadi.

Oquvchanlik temperaturasi. Xuddi yuqoridagi usul bilan namunaning oquvchanligini ham aniqlash mumkin, ya'ni namunaning ma'lum temperaturadagi oquvchanligi uning oquvchanliq qiymati bilan belgilanadi.

Amaliy mashg'ulot vazifalari:

1-vazifa.

“SCOPUS” adabiyotlar bazasidan foydalanib, adabiyotlar ro'yxatida keltirilgan E.Bernardo, J-F. Carlotti i dr. “Novel akermanite-based bioceramics from preceramic polymers and oxide fillers” ilmiy maqolasida biokompozitlar sintezida qanday polimer va to'ldirgichlar qo'llanilganini aniqlang.

2-vazifa.

Kompozitsion materialning asosiy xossalari va ularni o'lchash usullarini aniqlang. Tadqiqot natijalari jadval shaklida keltirin.

Nazorat savollari:

1. Polimer bog'lovchi tarkibiga qanday komponentlar kiradi?
2. Epoksid bog'lovchilar uchun qotiruvchilarni aniqlang.
3. Poliefir smolalar uchun initsiator va qotishni tezlatuvchilarni keltiring.
4. Termoreaktiv polimerlar asosida bog'lovchilar tayyorlash uchun massa komponentlari hisobi qanday amalga oshiriladi?
5. Bog'lovchilarning sirt tarangligiga qanday parametrlar ta'sir ko'rsatadi?
6. Termoreaktiv polimerlarni sirt tarangligini aniqlovchi asosiy usullarni keltiring.
7. Polimer materiallarning qovushqoqligini aniqlashning asosiy usullarini keltiring.
8. Polimerlarning qovushqoqlik ko'rsatkichiga temperatura qanday ta'sir ko'rsatadi?
9. Metal tolalar – ularning afzalliklari va kamchiliklarini keltiring (Nilyufar guli usuli yordamida).

10. “SWOT-tahlil” metodi yordamida “Polimer (keramik, metall)-tolali mustahkamlashtirish komponentlari” hususiyatlarini tahlil qilib jadvalni to’ldirin:

11.

	Tolali mustahkamlashtirish komponentlarining kuchli tomonlari	
	Tolali mustahkamlashtirish komponentlarining kuchsiz tomonlari	
	Tolali mustahkamlashtirish komponentlarining imkoniyatlari (ichki)	
	To‘siqlar (tashqi)	

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012. - 98-101, 249-306 r.

2. E.Bernardo, J-F. Carlotti and oth. Novel akermanite-based bioceramics from preceramic polymers and oxide fillers. Ceramics International.- 40 (2014).-1029-1035 p. Available at www.sciencedirect.com.

3. Z.A.Babaxanova, M.X.Aripova. Kremniy-organik birikmalar asosida texnik keramika materiallar sintezi. Uzbek kimyo jurnali. 2015, №3, 16-21 b.

4. D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, UK, 2012. -319-350 r.

5. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 655-660 r.

6. Mirboboev V.A. Konstruktion materiallar texnologiyasi. Toshkent, Uzbekiston, 2004.

7. Askarov M., Yoriev O. Polimerlar fizikasi va kimyosi. Toshkent: O’qituvchi, 2005 y. -350 b.

8. Тялина, Л.Н., Минаев А.М., Пручкин В.А. Новые композиционные материалы : учебное пособие. – Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. -80 с.

3-BOB. Kompozitlar nazariyasi.

7-§. Kompozitsion materiallar ishlab chiqarishdagi fizik-kimyoviy jarayonlar. Kompozitlar nazariyasi.

Kompozit materialning komponentlari geometrik ko‘rinishi bo‘yicha farqlanadi. **Matritsa** deb butun hajm bo‘yicha uzluksiz joylashgan komponent ataladi. Kompozitsion materialda matritsalar sifatida metallar va ularning qotishmalari, organik va noorganik polimerlar, keramik materiallar qo‘llaniladi.

Konstruksion kompozitlarda armirovka komponentlari asosan kerakli mexanik xususiyatlarni (mustahkamlik, termik bardoshlik, qattqlik va b.) ta‘minlaydi, **matritsa** esa armirovka elementlarini birga ishlashini, ularning mexanik buzilishdan va agressiv kimyoviy muhitlardan himoyalash vazifasini bajaradi.



xossalarga va ular orasidagi bog‘larning mustahkamligiga bog‘liqdir. Kompozitsion material komponentlar har xil xossalarga ega bo‘lishi kerak. Armirovka (mustahkamlashtirish) komponentlari yuqorida ta‘kidlanganidek yuqori qattiq va mustahkamlikni ta‘minlaydilar.

Armirovka komponentlarini va matritsani asosida tayyorlangan kompozitsiya nafaqat dastlabki komponentlar xossalarini o‘zida mujassamlashtiradi, balki yangi, boshlang‘ich komponentlarga xos bo‘lmagan xususiyatlarni ham namoyon qilishi shart. Masalan, armirovka komponentlari va matritsa orasida ajralish chegarasi mavjud bo‘lsa, bu materialning yoriqlarga chidamligini oshiradi.

Kompozitsion silikat materiallar ishlab chiqarishdagi fizik-kimyoviy jarayonlar.

Kompozitlar olishda termoreaktiv polimerlar bog‘lovchi sifatida qo‘llaniladi. Termoreaktiv polimer bog‘lovchi sintetik smola (polimer yoki oligomer tarkibli) va qotiruvchilar yoki initsiatorlar, katalizatorlar, qotishni tezlashtiruvchilardan tashkil topgan ikki yoki ko‘p-komponentli sistemadir. Polimer bog‘lovchilar ko‘pincha

passiv yoki aktiv eritgichlar, pigmentlar va buyovchilar, plastifikatorlar, stabilizatorlar va boshqa komponentlarni o'z tarkibida tutgan bo'ladi. Bular bog'lovchiga yoki kompozitga kerakli texnologik va ekspluatatsion xossalarni ta'minlaydi.

Bog'lovchi komponentning tarkibi qotish jarayonining mexanizmiga va qotgan moddaning zarur bo'lgan mexanik xossalariga bog'liq holda tanlanadi.

Polimer matritsali kompozitlarni tayyorlashda asosan poliefir, epoksid yoki fenoloformaldegid bog'lovchilar qo'llaniladi: bular qotgan holatda yetarli mustahkamlikka ega va zaharli moddalarni ko'p miqdorda chiqarmaydilar.

Poliefir-maleinatlar (poliefir smolalar) tarkibi, kimyoviy tuzilishi va molekulyar og'irligiga qarab quyuq suyuqlik yoki qattiq modda ko'rinishida bo'ladi. Qotish harorati va tezligi qo'llanilgan initsiator va tezlashtiruvchi turiga bog'liq bo'ladi. Past haroratli qotirish uchun asosan benzoil perekisi yoki izopropilbenzol gidroperekisi (giperiz) qo'llaniladi, yuqori haroratli jarayonlar uchun – tret-butylperbenzoat qo'llaniladi.

Tezlashtiruvchilar sifatida uchlamchi aminlar, masalan dimetil, dietil- i dietanolamin va b. qo'llaniladi; gidroperekislar bilan birgalikda naften kislotalarning kobalt tuzlari, masalan, kobalt naftenati (nomi «tezlashtiruvchi NK») ishlatilishi mumkin.

Epoksid smolalar eruvchan quyuq suyuqliklar yoki mo'rt qattiq moddalar ko'rinishida uchraydi, ko'p materiallarga yaxshi adgeziya qiladi, va qotish jarayonida ozgina qisqaradi. Epoksid smolalarning fizik xossalari 9- jadvalida keltirilgan.

9-jadval. Epoksid smolalarning fizik xossalari

Smola turi	$T_{erish}, ^\circ C$	Fizikaviy holati, $20^\circ C$
ED-22	-10	Suyuq
ED-20	0	Suyuq
ED-16	10	Quyuq suyuqlik
ED-10	50	Qattiq

ED-8	70	Mo‘rt
------	----	-------

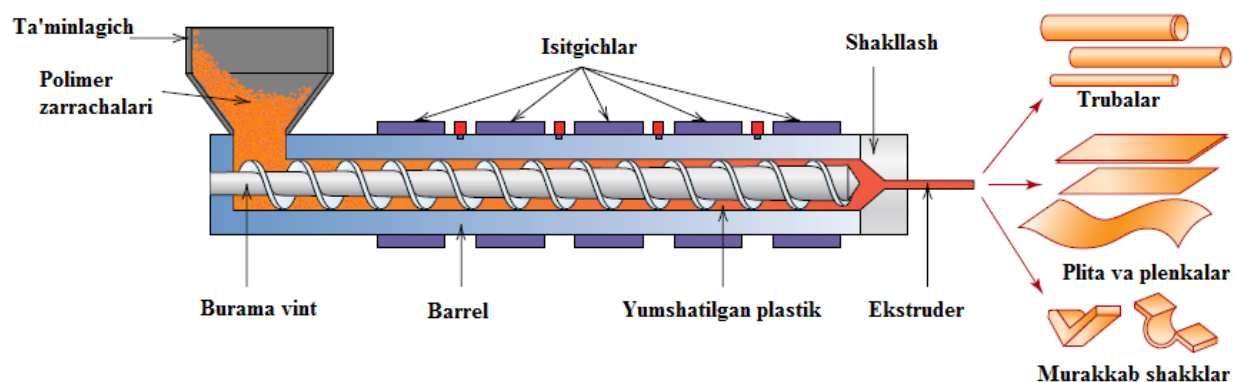
Epoksid smolalar qotiruvchilari sifatida aminlar (polietilenpoliamin, geksametilendiamin, piridin) – sovuq haroratli qotiruvchilar; hamda kislotali qotiruvchilar (mallein va ftalat angidridlari) – yuqori haroratli qotiruvchilar qo‘llaniladi.

Fenoloformaldegid smolalar quyuq suyuqlik yoki mo‘rt qattik shaffor massa ko‘rinishida uchraydi. Bu massa 60–120°C haroratda suyuq holatga o‘tadi.

Agar polimerlarda molekulalar to‘qimalar sifatida bog‘langan bo‘lsa, bunday polimerlar qizdirilganda yumshamaydilar. Bunday bog‘langan strukturali polimerlar termoreaktiv polimerlardir. Termoreaktiv polimerlar qizdirilganda parchalanadilar. Materialda bog‘lanishlar o‘zaro bog‘langanligi molekulalarning o‘zaro harakatiga to‘siqlik qiladi, shuning uchun polimer qattiq va mutaxkam bo‘ladi. Misol qilib vulkanizatsiya rezinasi, ya’ni oltingugurt bilan bog‘langan kauchukni keltirishimiz mumkin. Vulkanizatsiya qilingan rezina mustahkamligi tabiiy kauchukdan 10 marotaba balanddir.

Tayyorlash usullari, xossalari va qo‘llanilishi.

Harorat ta’sirida yumshaydigan yoki eriydigan polimerlar – termoplastik polimerlar deb ataladi. Bu turga past va yuqori zichlikdagi **polietilen, polistirol va polimetilmetakrilatlar kiradi. Termoplastik polimerlar asosida maxsulot tayyorlashda ekstruderlar keng qollaniladi (14-rasm).**



15-rasm. Polimer materiallar ishlab chiqarishda qoʻllaniladigan ekstruderning sxematik koʻrinishi.

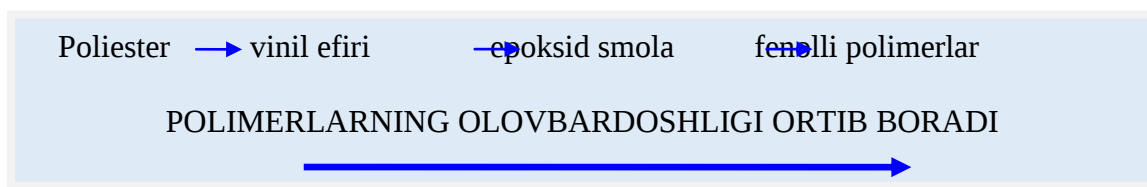
Polimer materiallarning olovbardoshligi.

Hamma polimerlarning olovbardoshligi quyidagilarga bogʻliq boʻladi: olov tarqalish maydoni, yoqilgʻini taʼsiri va kislorod indeksi. Kislorod indeksi (LOI) – bu yonish davom etish uchun zarur boʻlgan kislorodning minimal qiymatini belgilaydi.

Polimerning yonuvchanlik darajasi (yoki PMC) qoʻyidagi parametrlarning funksiyasi xisoblanadi:

- matritsa turi va hajmi (asosiy taʼsir koʻrsatadi)
- olovbardosh koʻshimchalar hajmi
- armirovka komponentlarning turi va hajmi.

Polimerlarning olovbardoshligi keltirilgan qatorda oʻsib boradi:



Fenol polimerlari kichik hajmda tutun chiqaradilar va toksik chiqindilar hosil qilmaydilar. Fenol matritsalarining yana bir afzalligi – yonish jarayonida ulardan polukoks hosil boʻladi, u esa yaxshi issiqlik izolyatori xisoblanadi. Termoreaktiv matritsa sifatida poliestar qoʻllanilgan holda albatta olovbardosh koʻshimchalar ishlatilishi kerak. Poliestar asosida olingan kompozitlarning olovbardoshligini

ta'minlash maqsadida ba'zi vaqtlarda ko'p miqdorda shisha tolasi qo'shiladi.

Matritsa materiallari sifatida an'anaviy termoplastik smolalar - polipropilen, neylon, termoplastik poliefirlar (PET, PBT) va polikarbonatlarni qo'llash mumkin. Hozirgi vaqtda yangi termoplastik matritsa materiallari taklif etilmoqda – bu poliamid imid, polifenilensulfid (PFS), poliarilsulfon (polyarylsulfone) va poliefir-efirketon ketonlardir (PEEK).

8-§. Metall matritsali kompozitlarni turlari va olish jarayonlari. Duralcan jarayoni.

Yangi metall matritsali kompozitlarni turlari: boralyuminiy (bor tolasi — alyuminiy qotishmasi matritsasi), uglerod-alyuminiy (uglerod tolali kompozitlar), titan yoki titan-alyuminid matritsasida kremniy karbidi tolalari bilan tayyorlangan kompozitlar yaratildi.

Kukun metallurgiyasi (Poroshok metallurgiyasi) usulida metall kompozitlarni olish.

Kukun metallurgiya usuli – kukun materiallarni yoki metallsimon birikmalarni ularni eritmasdan olish usuli.

Kukun metallurgiya usuli qo'yidagi texnologik bosqichlardan iborat:

- 1) metall va boshqa materiallarning kukunini ishlab chiqarish;
- 2) kimyoviy birjinsli ko'pkomponentli shixta tayyorlash uchun kukunlarni aralashtirish va qattiq bog'lovchi (smazka) yoki plastifikator qo'shish;
- 3) kukundan presslash yoki prokatka qilish usuli yordamida zagotovka (forma) tayyorlash: bu jarayonni bog'lovchi (svyazka) qo'shish yoki qo'shmasdan bajarish mumkin.
- 4) zagotovkani pishirish (asosiy komponentni erish haroratidan pastroq haroratlarda bajariladi);
- 5) pishgan buyumga qo'shimcha ishlov berish – mexanik ishlov, maxsus qoplamalar surish va b.

Kukunli metallurgiya usuli yordamida kompozitlarni oilsh qator iqtisodiy jixatdan afzallilarga ega:

1) mexanik ishlovda material yo‘qotishlar keskin kamayadi (kukunli usul uchun yo‘qotishlar 5...7%, quyish va prokatka qilish usullarida ba’zi vaqtlarda 70%ni tashkil qilishi mumkin);

2) ishlab chiqarishda mehnat sarfi kamaydi (texnologik operatsiyalar soni 30-40 dan 4 – 6gacha kamayadi);

3) turli mexanik uskunalarning ishdan ozod qilinadi;

4) ishlab chiqarish unumdorligi 2 – 2,5 marotaba ortadi.

Suyuq faza ishtirokida kompozitlar ishlab chiqarish jarayonlari.

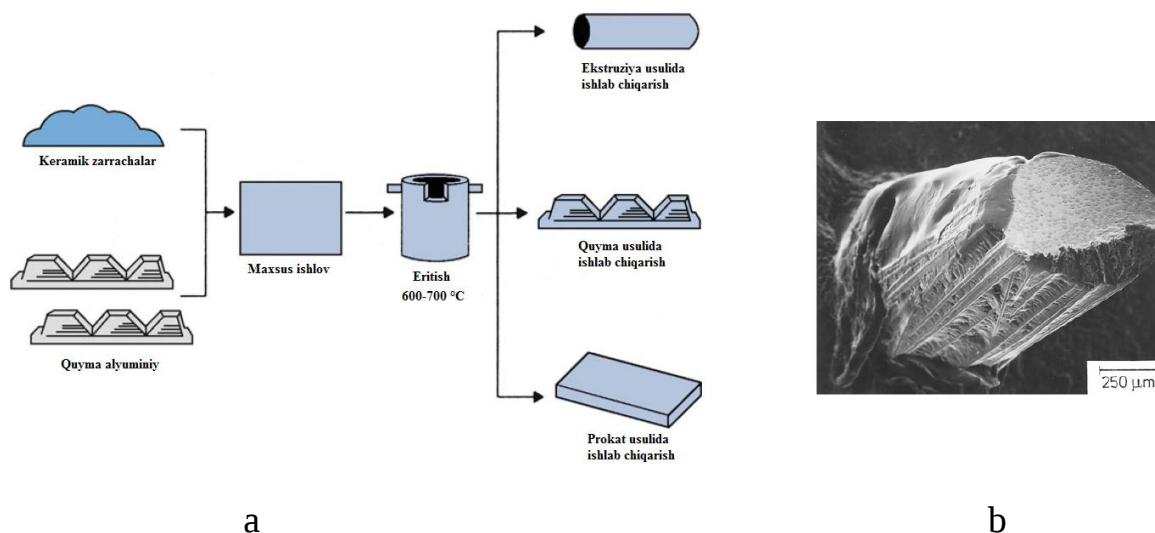
Yuqori erish haroratiga ega bo‘lmagan metallar, masalan alyuminiy, suyuq faza ishtirokida ishlab chiqarilishi mumkin.

Zamonaviy suyuq fazali jarayonlar asosida kompozitlarni ishlab chiqarish misolida Duralcan jarayonini keltirishimiz mumkin.

15-rasmda Duralcan jarayoning texnologik sxemasi keltirilgan. Bu jarayonda keramik zarrachalar va alyuminiy brusoki aralashtiriladi va eritiladi. Jarayonda qo‘llaniladigan zarrachalar o‘lchami - 8-12 mm. Suyultma likvidus temperaturasidan yuqoriroq haroratda - 600-700 °C da aralashtirib turiladi. Tayyorlangan suyultma ekstruziya, brusok holida quyish, prokatka qilish orqali formovka qilinadi ¹⁵

Uzluksiz tolalar bilan armirovka qilingan metall matritsali kompozitlar ishlab chiqarishda tola jgutlari metall suyuqlik vannasidan tortiladi. Vannada alohida tolalar suyuq metall bilan qoplanadi, suyuqlik ortiqchasi tozalanib, kompozit sim tayyorlanadi. 3.2.-rasmda shunday usulda tayyorlangan simni mikrotasviri keltirilgan. Kompozitning tarkibi: kremniy karbidi tolasi alyuminiy matritsasi.

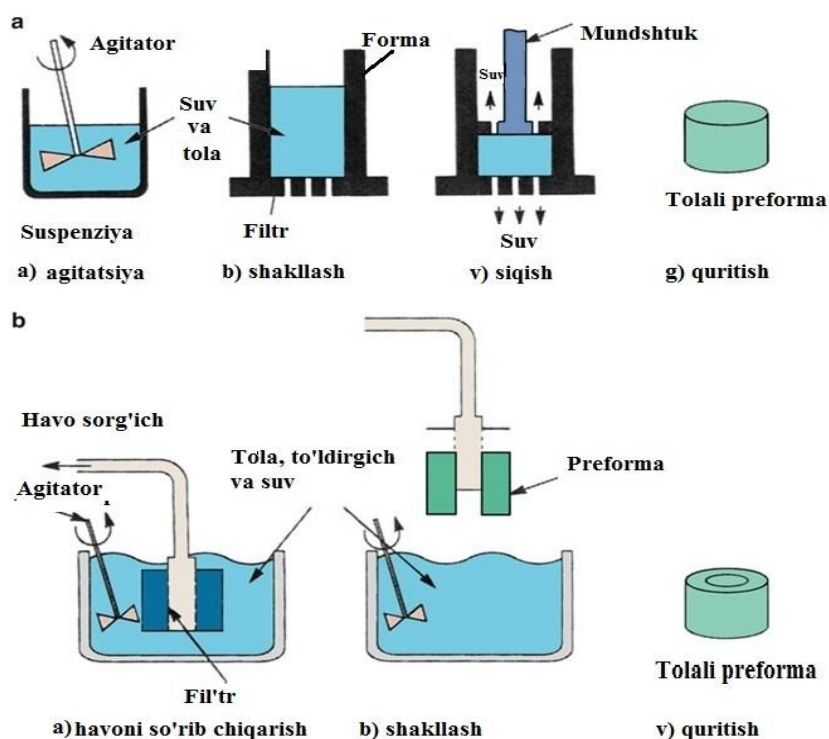
¹⁵ Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012.- 202-203 p.



16-rasm. Duralcan jarayonining texnologik sxemasi (a) va kremniy karbidi tolasi alyuminiy matritsasi kompozit simini mikrotasviri (b).

Presslash usuli.

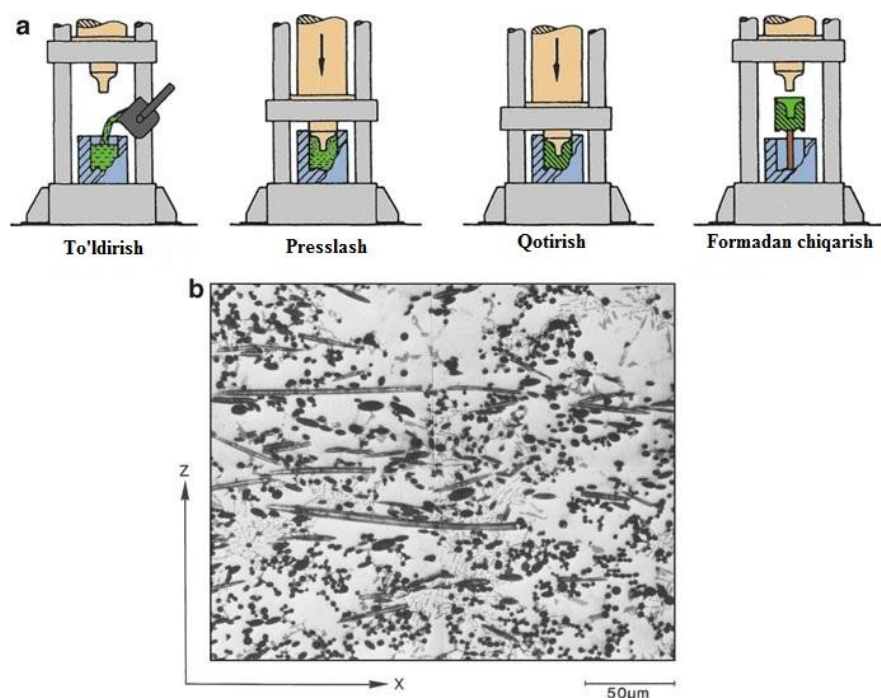
Presslash usuli suyuq metallni tolali zagotovka tarkibiga kiritish uchun qoʻllaniladi. 17-rasmda tolali preforma (dastlabki shakl) tayyorlashninr 2 turdagi usuli koʻrsatilgan.



17-rasm. Presslash usulida (a) va soʻrib olish usulida (b) tolali preforma tayyorlash sxemasi.

Quyish va presslash texnologiyasi.

Kerakli yo‘nalishda mustahkamlashtirish uchun quyish va presslash texnologiyasi keng qo‘llaniladi (18-rasm). Tolali g‘ovakli zagotovka (odatda, qisqa Al_2O_3 tolalari, Saffil kompaniyasi) press formaga joylashtiriladi. Suyultirilgan alyuminiy oldindan qizdirilgan press formaga quyiladi (press forma gidravlik pressni ichida joylashtirilgan). 70-100 MPa bosimi ta’sirida alyuminiy suyultmasi tolani ichiga kirib, tolalarni bir biri bilan bog‘laydi.



18-rasm. Quyish va presslash usuli bilan metall matritsali kompozit olish texnologik sxemasi (a). Quyish va presslash usulida ishlab chiqarilgan Saffil aluminiy tolali/alyuminiy matritsali kompozitning mikrostrukturasi (b).

9-§. Keramik kompozitli materiallari. Kristallizatsiya va struktura.

Evtektik kristallizatsiya usullari asosida olingan keramik kompozit materiallar shishakeramik materiallar deb ataladi. Eng muxim shishakeramik materiallarga quyida sistemalarni misol keltirish mumkin:

1. $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ sistemasida: kichik termik kengayish ko'effitsiyentiga va

demak yuqori termik bardoshlikga ega. Bu turdagi materiallar «Corning ware» savdo belgisi bilan ishlab chiqariladi.

2. $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ sistemasi: yuqori elektrik bardoshlikga va yuqori mexanik mustahkamlikga ega.

Keramik matritsali materiallar turli kukun metodlar bilan ishlov berilishi mumkin (an'anaviy polikristall keramika olish usullari), hamda maxsus zamonaviy keramik matritsalarining sintez usullar yordamida olinishi mumkin.

Keramik matritsali materiallar sifatida sitallarni ko'rib chiqishimiz mumkin. Sitallarni ilk bor turi "Pirokeram" va "Fotokeram" Amerika Qo'shma Shtatlarida 1957 yili Stuki tomonidan "Korning" firmasida olindi. Shundan keyin butun dunyoda sitall va unga o'xshash moddalar olish ustida ilmiy-tadqiqot ishlari qizib ketdi. Natijada Ruminiyada "Rumin chinnisi", Sharqiy Germaniyada "Vitrokeram", Yaponiyada "Devitrokeram" va "Miraklan", Chexoslovakiyada "Kriston", Polshada "Kvaziglas", "Kvazikeramika" va "Disilital", Vengriyada "Minelbit", Rossiyada "Sitall" va "Fotositall" nomi bilan ataluvchi turlari paydo bo'ldi.

Amerikalik Stuki, Makmillan, Rossiyada Moskvalik olimlar I.I.Kitaygorodskiy, N.M.Pavlushkin va P.D. Sarkisov, Belorussiyada L.A.Junina, Gruziyada K.S.Kutateladze, Qozog'istonda S.T.Suleymanov va B.O.Esimov, O'zbekistonda A.A.Ismatov, M.Kh.Aripova, Z.A.Babaxanova, N.A.Sirojiddinovlar shishakeramik (pirokeram) moddalarining faqat tarkibi va texnologiyasini yaratibgina qolmay, ularning olinishini chuqur ilmiy-nazariy asosda ta'riflab berdilar va shu soxaning rivojlanishiga salmoqli hissa qo'shdilar.



19-rasm. Sitall maxsulotlar.

Tarkibiga maxsus qo'shilmalar qushilgan shishalarni termik yo'l bilan past

temperaturada kristallash natijasida olinadigan, kichik hajmli kristallar va shisha qoldig'ining o'zaro birikib ketishidan tashkil topgan, yuqori mexanik va boshqa ko'pgina foydali xususiyatlarga ega bo'lgan materiallarga sitall deb ataladi (19-rasm).

Sitall ruscha "Steklokristall" so'zidan olingan bo'lib, shishaning bosh xarfi va kristall so'zining oxirgi bo'g'ini yig'indisidan iborat.

Sitall shisha moddalaridan tarkibi asosan kristall va qisman shisha tuzilishiga egaligi, boshqa kristall moddalaridan esa nafis va bir tarkibli mikrokrystall tuzilishga ega ekanligi va tarkibida shisha fazasining borligi bilan farqlanadi. Agar sitall kristallarining o'lchami kichik va ko'rinishi ignasimon bo'lsa uning mexanikaviy mustahkamligi juda yuqori bo'ladi.

Sitall uchun xarakterli narsa ularning kristall donalari razmeri juda kichik, askariyati bir mikron va undan ham kichik o'lchamda bo'lishidir.

Barcha sitall buyumlari uchun xos xususiyatlar mavjud:

1. Ular o'ta yuqori mexanikaviy mustahkamlikka egadirlar. Ularning mustahkamligi prokat list shisha mustahkamligiga taqqoslanganda 10 marta va undan kattadir;

2. Sitall yuqori mikroqattiqlikka egadir. Bu raqam 1 kvadrat mm yuzaga hisoblanganda 1100 kg atrofida bo'ladi;

3. Yumshash temperaturasi ham yuqori. Agar tarkibiga ishqor oksidi kirmagan shisha kristallanganiga qadar 800°C atrofida yumshasa, kristallanganidan so'ng 1350°C atrofida yumshamaydigan bo'lib qoladi;

4. Sitallning issiqlikka chidamliligi etarli darajada bo'lib, 300-700°C atrofida bo'ladi.

5. Yuqori darajada elektr izolyastiyasi xossasiga ega;

6. Solishtirma og'irligi past. U 2,6-3 g/sm³ ni tashkil etadi.

Yuqorida keltirilgan va sitallarga xos xususiyatlar ularning strukturasiga kelib taqaladi. Sitallardagi o'lchami 1 mkm dan kam bo'lgan kristallar miqdori hajmning 20-90% ni tashkil qilishi mumkin. Ko'pincha tarkibi 85-90% mayda ninasimon kristall donalari va 0-15% shisha qoldig'idan tashkil topgan materiallarning sifati

juda yuqori bo'ladi. Sitallarning issiqlikka chidamlilik, elektr o'tkazuvchanlik, termik kengayish kabi xossalari mayda kristallarning kimyoviy tarkibiga ham bog'liq. Agar kristall zarrachalarining kimyoviy tarkibi spodumen, kordierit, vollastonit, anortit, apatit, melilit, diopsidlarga to'g'ri kelsa, u holda mahsulotning ekspluatatsion ko'rsatkichlari etarli darajada bo'ladi.

Sitalldagi qoldiq shisha va mayda kristallarning o'zaro "mato to'qish" usulida tabiiy birikishi, ipsimon kristallarning soqol tolasi o'lchamidagi shishalar bilan "bir tan" va "bir jon" maqomida to'qilib ketishi natijasida buyumning amaliy mustahkamligi nazariy mustahkamlikka yaqinlashib qoladi. Masalan, oddiy qurilish shishasining cho'zilishdagi mustahkamligi $700-2000 \text{ kg/sm}^2$ bo'lsa, 1 mkm qalinligidagi kvarst shishasidan yasalgan ipning cho'zilishdagi qarshiligi 8000 kg/sm^2 ga teng bo'ladi. Bu raqam sun'iy olmosning mustahkamligiga to'g'ri keladi.

Sitall mahsulotlari ishlab chiqarishda asosiy kristall fazasi donalarining o'lchami kichkina, ya'ni 1 mkm dan kamroq bo'lishi haqida yuqorida gapirgan edik, ammo bu o'lchamdagi kristallarga ega bo'lgan materialni shisha asosida olish oson ish emas. Olimlar bu muammoni faqatgina XX asrning o'rtalariga kelib ijobiy hal qilishga erishdilar. Bunday nozik vazifa katalizatorlar yordamida va ishtiroki ostida hal etildi.

Shu kunga qadar mutaxassislarga 2 tipli kristallash jarayoni ma'lum:

1. Gomogen kristallash jarayoni;
2. Geterogen kristallash jarayoni.

Gomogen kristallash jarayoni orqali sitall buyumlarini olish qiyin. Chunki unda kristallash jarayonini qay darajada olib borishimizdan qat'iy nazar katta o'lchamli kristallar paydo bo'ladi. Natijada olinayotgan mahsulotning xususiyatlari yomonlashib qoladi.

Geterogen kristallash jarayoni esa katalizatorlar yoki kristallanish nukleatorlarini qo'llash orqali olib boriladi. Stuki va boshqa tadqiqotchilarning yozishicha, sitall olishda qo'llaniladigan katalizatorlar quyidagi talablarga javob berishi kerak:

1. Yuqori temperaturada shisha tarkibida butunlay erib ketishi va shaffof shisha massasi hosil qilishda qatnashishi, harorat pasayotganida esa shisha hajmida juda

ko'p sonli kristallanish markazlarini hosil qilishi;

2. Past temperaturalarda qisman erishi, shu tufayli kristallarning o'lchami juda mayda bo'lishi va shishaning shaffofligiga ta'sir ko'rsatgan bo'lishi;

3. Shisha massasida kristallanishga oid yangi muxit hosil qilish energiyasining past bo'lishi va shu tufayli past temperaturada kristallanish markazlarini hosil qilishda aktivlik ko'rsatish;

4. Katalizator sifatida ishlatilayotgan va shisha haroratining pasayishi tufayli birlamchi kristallanish markazlarini hosil qilayotgan moddalarning reshetkasi shishadan ajralib chiqayotgan kristallar - kordierit, spodumen, vollastonit va boshqalarning reshetkasiga yaqin bo'lmog'i. Oradagi farq 10-15% dan oshmasligi kerak.

10-§. Uglerod-uglerodli kompozitlar.

Uglerod-uglerod tolalari uglerodning gomogen va grafitlanmaydigan turlaridan tayyorlanadi. Shuning uchun bunday tolalar ko'mir-grafit materiallarning kamchiliklaridan xoli bo'ladi: mo'rtlik, past mexanik mustahkamlik, mexanik va termik zarblarga bardoshligi.

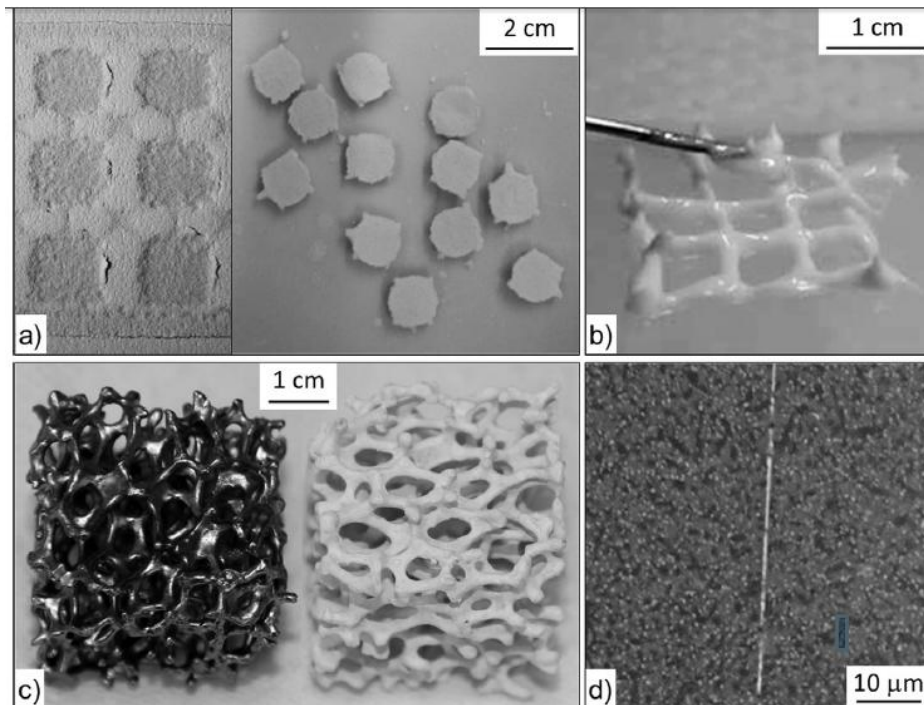
Uglerod-uglerodli kompozitlar matritsasi– kompozitsion materiallning tarkibiy qismi, uning birlamchi xossalarini uzoq vaqt davomida saqlanishini ta'minlaydi. Ushbu kompozitlarning agressiv muhitlarga va yuqori haroratlarga bardoshligi, elektrik xossalari, eroziyaga va radiatsiyaga bardoshligi matritsaga bog'liqdir.

Uglerod-uglerodli kompozitlarning xossalari qo'llanilgan xom ashyo turi va sifati, tola va matritsalarining ishlab chiqarish jarayonlari va sharoitlari, ishlov berish harorati, propitkaning miqdori, armirovkaning strukturasi va boshqa shart-sharoitlarga bog'liq bo'ladi. Bu keng spektrdagi xossalarga ega bo'lgan materiallarni olishga imkoniyat beradi.

Masalan, armirovka yo'nalishlari bo'yicha mustahkamlashtirish darajasini oshirish, tolali karkasni matritsa bilan to'ldirish darajasini o'zgartirish natijasida turli

xil issiqlik-texnik va mustahkamlikga ega bo'lgan, har xil anizotropiyaga ega bo'lgan, turli zichlikga va g'ovakliga ega bo'lgan materiallar olish mumkin.

20-rasmda prekeramik polimer (silikon)/nano o'lchamli to'ldirgich tarkibli kompozitsiyalarni turli usullar asosida shakllash natijasida tayyorlangan materialning mikrostrukturasi keltirilgan.



20-rasm. Prekeramik polimer/nano o'lchamli to'ldirgich tarkibli kompozitsiyalarni turli usullar shakllash va tayyorlangan materialning mikrostrukturasi:

a) 3D-printerda tayyorlangan shakllar (organik bog'lovchi tomchilari kalsiy karbonat va silikon kukuni ustiga tushurish), o'ngda - kukunli podlojkadan ajratib olingan shakllar (kuydirishdan avval);

b) suyuq silikon va kalsiy karbonatining shprints orqali ekstruziyasi natijasida olingan shakllar (kuydirishdan avval);;

s) 2 sm×2 sm×2 sm o'lchamli SiC kremniy karbidli penoblokni chap tomonda silikon qo'shilmagan holdagisi, o'ng tomonda – suyuq silikon va sirkoniy suspenziyasiga solingan shakllar (havoda, 1250 °Cda kuydirilgan namunalar);

d) silikon bog'lovchisi yordamida yopishtirilgan sialon va glinozem (uzun oq chiziq) tarkibli bloklar (1550 °C da kuydirilgan namuna)¹⁶.

Uglerod-uglerodli kompozitlarni po'latlar o'rniga qo'llanilmoqda. Metallurgiya va termik jarayonlar bilan bog'liq barcha sohalarda uglerod-uglerodli kompozitlarni qo'llashni cheksiz imkoniyatlari mavjud. Bu yerda quyidagi xossalalar muxim xisoblanadi:

- Issiqlik o'tkazuvchanlik, issiqlik sig'imi, zichlikni past ko'rsatkichlari;
- 2800-3000 °C haroratlargacha yuqori mustahkamlik xossalarga ega bo'lishi;
- Barcha temperatura intervallarida siljishga moyilligi yo'qligi;
- Kislotalar ta'siriga bardoshligi.



Uglerod-uglerodli kompozitlarni ishlab chiqarish usullari.

Uglerod-uglerodli kompozitlarni ishlab chiqarishning asosiy usullari – ko'mir plastikalarga yuqori haroratli ishlov berish va uglerod tolali to'ldirgichga uglevodorodlar kuydirishdan hosil bo'lgan pirouglorodni solish usullaridir. Uglerod-uglerodli kompozitlarni suyuq fazali, bug' fazali va kombinirovka usulida olish mumkin.

Uglerod-uglerodli kompozitlarni 3 asosiy ishlab chiqarish usullari qo'yidagicha:

1 -«HIPIC» usuli. Uglerod toladan to'qilgan mato-zagotovkani issiqlik va bosim ostida termoplastik polimeriga (smola) shimdirish (propitka tkanix zagotovok). Keyingi bosqichda smola pirolizga uchraydi va natijada uglerodga aylanadi. Bu bosqichlar bir necha marotab qaytarilib, kerakli zichlikka ega bo'lgan material

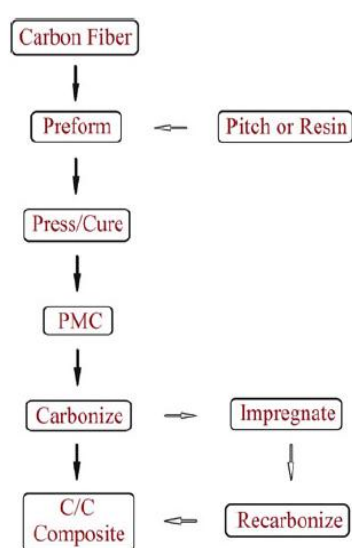
¹⁶ P. Colombo, E. Bernardo, G. Parciannello. Multifunctional advanced ceramics from preceramic polymers and nano-sized active fillers. Journal of the European Ceramic Society. 33 (2013). -453–469 p.

olinadi. Smola –turli molekula og‘irlikdagi uglevodorodlardir. O‘rta molekulyar massa ortishi bilan uglerodning chiqishi ortadi. Lekin yuqori molekulyar og‘irlikdagi smolalar juda qovushqoq bo‘ladi, bu esa tolani ho‘llashda qiyinchiliklar tug‘diradi.

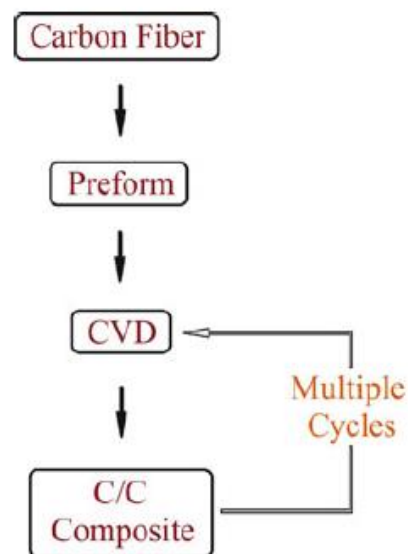
2- Reaksion kuydirish jarayonlari usuli. Uglerod tola fenolformaldegid smolasida (termoreaktiv polimer) yaxshilab ho‘llanib, inert atmosferada kuydiriladi.

Natijada smola pirolizga uchraydi va uglerod hosil bo‘ladi. Olingan kompozit yana bir bor bosim ostida smolaga shimdiriladi va yana kuydiriladi. Bu jarayonlar ko‘p marotaba qaytarilgach, zich va mustahkam kompozit hosil bo‘ladi.

Reaksion kuydirish jarayonlari usulida uglerod uglerodli kompozit ishlab chiqarish tizimi 21-rasmda keltirilgan.



21-rasm. Uglerod-uglerodli kompozitlarni reaksiyon kuydirish jarayonlari usulida ishlab chiqarish tizimi.

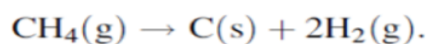


22-rasm. Bug‘ fazasidan cho‘ktirish usuli yordamida uglerod-uglerodli kompozitlarning ishlab chiqarish tizimi¹⁷.

3 – Bug‘ fazasidan cho‘ktirish usuli. Bu usul “Chemical vapor deposition - CVD” deb nomlanadi va yuqori sifatli, qattiq va mustahkam material olish uchun ishlatiladi (22-rasm). Tola va preformadagi uglerod tolasini qushimcha gazli

¹⁷ Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012.- 295 p.

uglevorodlar ishtirokida kuydiriladi. Uglevodorodlar $>550\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratlarda parchalandi va uglerodga aylanadi. Asosan bu jarayonda metan qo'llaniladi. U quyidagi reaksiya natijasida parchalanadi:



Gazlarning diffuziyasini yaxshilash maqsadida past bosim yoki N_2 , N_2 yoki Ar inert gazlarini qo'shish mumkin.

Bug' fazasidan cho'ktirish usulining texnologik tizimi 22-rasmda keltirilgan.

11-§. Kompozitlar nazariyasi. Kompozitlar bilan dizayn.

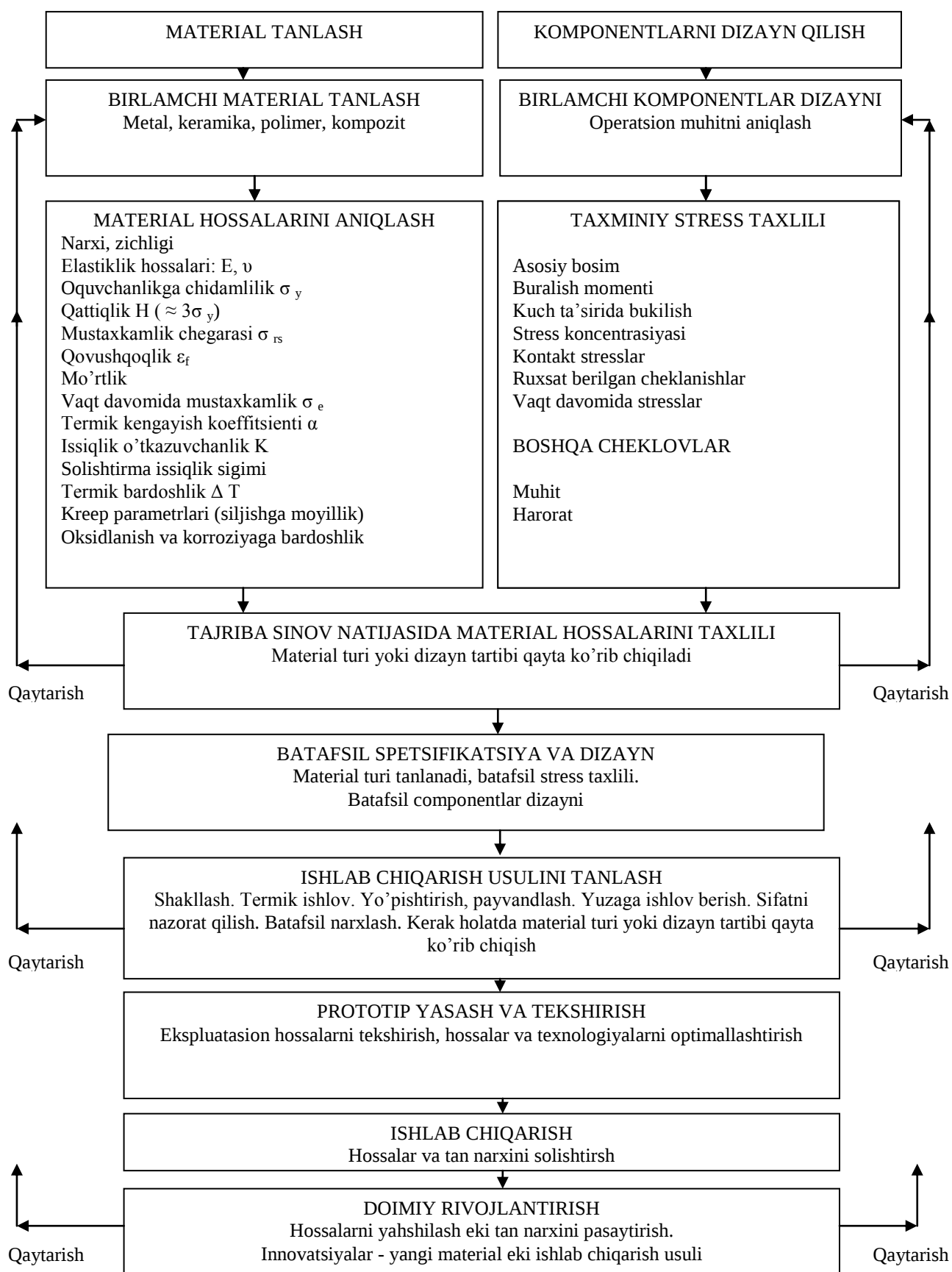
Kompozitlarni dizayn qilinganda ularning maxsus xossa-xususiyatlarini e'tiborga olish kerak. Birinchidan, kompozitlar o'z tabiati bo'yicha mikrostruktura notekisligi bilan harakterlanadi. Kompozitlar turli elastik xossalari, termik kengayish koefitsiyenti va boshqa xossalarga ega bo'lgan materiallardan tashkil topgan bo'ladi. Ikkinchidan, oddiy monolit materiallar xususiyatlari izotropligi bilan ajralib turadi. Kompozitlar esa kuchli anizotropiyaga ega.

Kompozitlar dizaynida ushbu xossalarni bir yo'nalishda kuchli bo'lganligiga aloxida e'tibor berish kerak bo'ladi.

Xozirgi zamonda kompozitlarni tarkibini va tuzilishi o'rganishda, ularning yangi turlarini dizayn qilishda kompyuter tizimlarining o'rni o'ta muxim xisoblanadi. Laminatlangan kompozitlarning xususiyatlari va ushbu xisoblarni tez bajarishga imkoniyat beradi (23-rasmda kompozitlar dizaynining metodologiyasi keltirilgan¹⁸).

Kompozitlarni dizaynida FiberSIM kompyuter dasturidan foydalaniladi. Bu dastur CAD (sistema avtomatizirovannogo proyektirovaniya) dasturi asosida tuzilgan va konstruksiyalarni tuzishda yordam beradi. Uning afzalliklari:

¹⁸ D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, UK, 2012. - 323 p.



23-rasm. Kompozitlar dizaynining metodologiyasi.

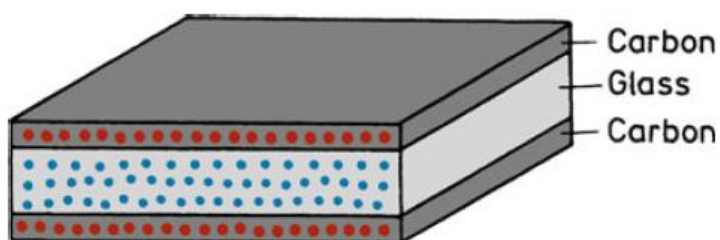
- Kompozit muhitini loyihalash.
- Shablon/uning xossalari. Materialning qalinligini e'tiborga olgan holda xisoblash
- Laminat xossalari – tolaning yo'nalishlari berilgan holda kompozitning kerakli xossalari ta'minlanadi.

12-§. Noan'anaviy kompozitlar. Nanokompozitlar. Biokompozitlar.

Noan'anaviy kompozitlarga (polimer, metall, keramik matritsali), o'z o'zidan tiklanadigan kompozitlar, o'z o'zidan mustahkamlanadigan kompozitlar, biokompozitlar kiradi. Bu kompozitlar hozirgi vaqtda olimlar tomonidan o'rganilmoqda.

Gibrid kompozit sistemalar

Kompozit tarkibida bir turdan ko'p tolalar qo'llanilgan holda material gibrid kompozit deb ataladi. Materialning eng muxim joylarida uning maksimal mustahkamlikga ega bo'lishini ta'minlash maqsadida turli xil mustahkamlashtirish komponentlari va ularni joylashtirish yo'nalishlari qo'llanilishi mumkin. Masalan, 24-rasmda keltirilgan gibrid kompozitning tan narxini ancha kamaytirish mumkin: qimmatbaxo uglerod tolasini miqdorini kamaytirish yo'li bilan. Ammo bu tolani optimal holda joylashtirish natijasida material sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatilmaydi.



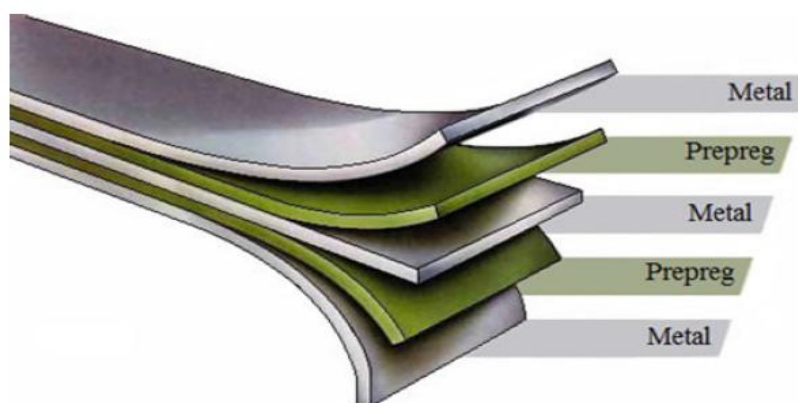
24-rasm. Uglerod va shisha tolasini bilan mustahkamlashtirilgan gibrid kompozit.

Yana bir misol - roman kompozit material, yoki tolali-metall laminat (25-rasm). Bu gibrid ~ 0,3 mm qalinlikdagi alyuminiy, po'lat, titan, magniy metall listi va

polimer- matritsali kompozit (PMC) prepregi (tolali mustahkamlashtirilgan polimer) dan iborat. Polimer- matritsali kompozitdagi tola- shisha, aramid yoki uglerod tolasi bo‘lishi mumkin, matritsa sifatida esa odatda epoksid smolasi ishlatiladi.

Bu materialning quyidagi turlari mavjud:

- **Glare: shisha tolasi bilan mustahkamlashtirilgan laminat**
- **ARALL: alyuminiy laminatlar, aramid tolasi bilan mustahkamlashtirilgan.**
- **UXOD: uglerod plastik laminatlar.**
- **TIGR: Titan / Grafit-epoksid laminatlar.**

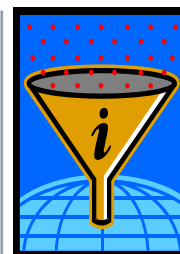


25-rasm. Tolali-metall laminat tarkibi.

Nanokompozitlar

Nanokompozitlar : bu turdagi kompozitsion materiallar tarkibida o‘lchamlari nanometr (nm) diapazonida bo‘lgan bitta yoki ko‘proq komponentlar mavjud bo‘ladi.

Odatda bunday nano o‘lchamli material mustahkamlashtiruvchi komponentdir: bu nanotrubkalar, nanotolalar va nanozarrachalar.



Matritsalar 3 turda bo‘lishi mumkin, ammo asosiy qismi –polimer matritsali nanokompozitlardir (Barrera 2000; Barrera i drugiye, 2005; Shofner i dr., 2003, 2006).

Bunday materiallarni kukun metallurgiya yoki suyuq usulda metall matritsalarini tayyorlash usuli yordamida olish – yuqori mustahkamlikga va ishqalanishga chidamli nanokompozitlar yaratishning istiqbolli yo‘nalishlaridir.

Polimer tuproq-nanokompozitlar

Nanokompozitning yana bir turi: polimer tuproq-nanokompozitlar - ishlab chiqarishda o'zini iqtisodiy jihatdan samaradorligini ko'rsatdi. Nanotuproqlar bilan mustahkamlashtirilgan polimer matritsalar ko'p miqdorda ishlab chiqarilmoqda (Ajayan 2003;. Koo 2006; Lee 2005; Okada va Usuki 2006; Pol va Robson 2008).

Nanotuproqlar kimeviy tarkibi bo'yicha magniy alyumosilikatlaridir. O'lchamlari - nanometr diapazonida. Qalinligi - 1 nm, uzunligi 70-150 nm. Hozirgi vaqtda eng ko'p montmorillonit tuprog'i qo'llanilmoqda.



Talk va slyudadan farqliroq, montmorillonit aloxida qatlamlarga bo'linishi onson – natijada kerakli o'lchamlarga ega bo'lgan nano qatlamlar hosil bo'ladi. Polimer matritsa bilan yaxshi aralashishni va maydalanishni ta'minlash maqsadida tuproqqa dastlab ishlov beriladi.

Bu yo'nalishdagi ishlar ilk bor Toyota kompaniyasi tomonidan 1990 y. bajarilgan. General Motors korporatsiyasi 2001 yilda GMC Astro / Safari furgonida nano-tuproq bilan mustahkamlashtirilgan termoplastik olefinni qo'llagan. Hosil bo'lgan nanokompozit an'anaviy polimer materiallaridan yengilroq, qattiqroq va iqtisodiy samaraligi bilan ajralib turadi: bu avtomobil kamroq yoqilgi ishlatadi. Avtomobilshunoslikda iqtisodiy samaradorlik juda muxim hisoblanadi, faqat sport avtomobillarini ishlab chiqarishda iqtisodiy samaradorlikga e'tibor berilmaydi.

Nanotuproqlar smolaning mustahkamligini va stabilligini oshiradi, va umuman olganda oddiy to'ldirgichlarga qaraganda funksional hisoblanadi. Nanozarrachalar juda oz miqdorda qo'shiladi – og'irligi bo'yicha 2-3%ni tashkil qiladi. Bundan tashqari nano tuproqlarning qo'llanilishi materialning estetik xossalarini yaxshilaydi: tashqi ko'rinishi, rangi va yuza sifati oshadi.

Biokompozitlar.

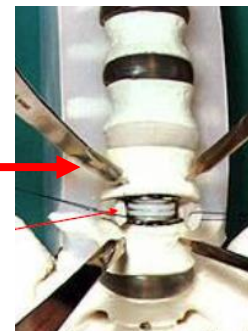
Biokompozitlar - bioaktiv qoplamali implantatlar. Biokompozitlar iki yoki ko'proq fazadan tashkil topgan bo'ladi. Bu fazalar shunday tanlanadiki, kuchlanishlar fazalar chegarasi bo'yicha tarqalishi zarur bo'ladi. Biokompozitlar qo'llanilishi –

travmatologiya, ortopediya, stomatologiya.

Biokompozitlar turlari:

1. Polimer-keramik biokompozitlar.

Bu kompozitlarda noorganik faza (shisha yoki kalsiy fosfatlari) organik birikma tarkibida tekis taqsimlanadi. Organik birikma – yuqori bosimli polietilen yoki epoksid smola. Bunday kompozitlar yuqori mustahkamlikga, elastiklikga ega, yengil, biyoslashuvchan va anizotropdir (suyak xossalriga yaqin).



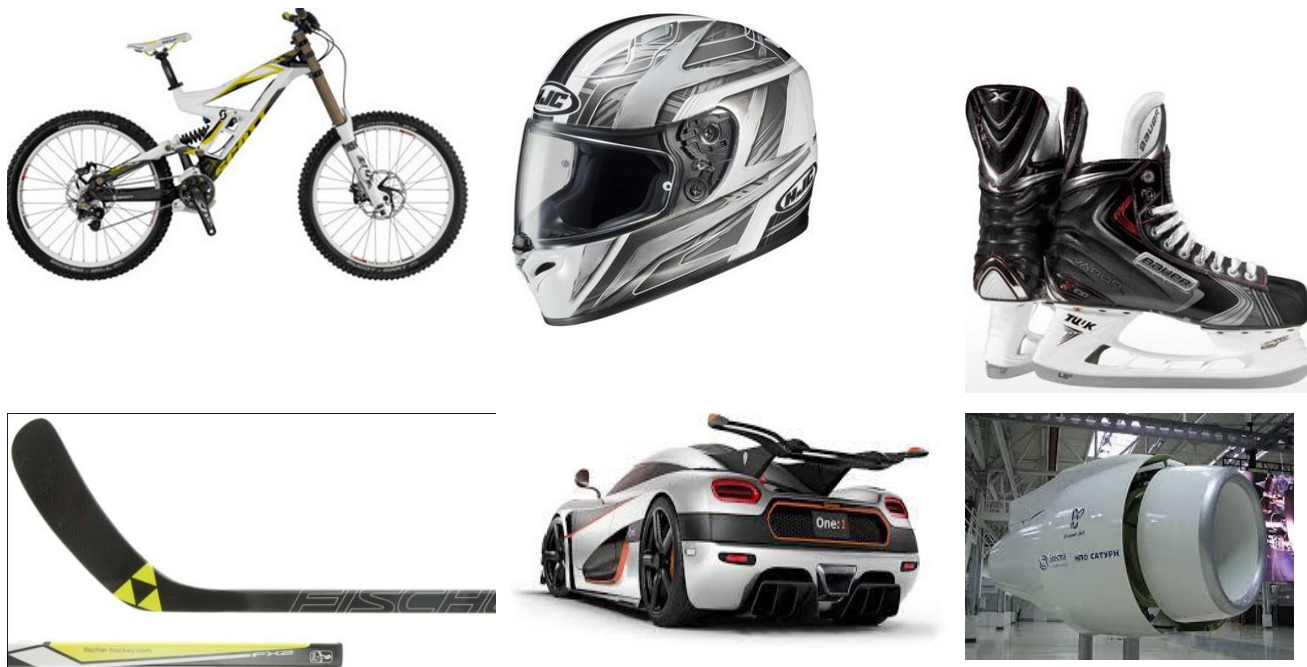
2. Metall-keramik biokompozitlar.

Bu kompozitlar asosan yuqori mustahkamlikni ta'minlovchi metall dan iborat bo'ladi. Metall yuzasiga keramik qoplama (kalsiy fosfat yoki bioaktiv smola) qoplanadi. Bunda keramika metall yuzasiga yaxshi yopishishini ta'minlash zarur bo'ladi.



Hech qanday biokompozit odam to'qimalarining va organizmining hamma anatomik-fiziologik va biomexanik xususiyatlarga to'liq javob bera olmaydi. Shuning uchun turli qo'llanilish sohalarida turli biokompozitlar yaratilishi zarur bo'ladi.

Biokompozitlar rivojlanishining istiqbol yo'nalishlari: 1) kompozit implantatlar yaratish; 2) gibrid implantatlar yaratish; 3) individual bio-tibbiy parametrlarga ega bo'lgan implantatlar to'plamini yaratish ("kvaziintellektual" implantatlar).



26-rasm. Kompozitsion materiallar qo‘llanilishi.

Xulosa qilib, kompozitlarning asosiy qo‘llanilish sohalarini keltiramiz:

- Aerokosmik soha.
- Avtomobilshunoslik.
- Elektr va aloqa tarmoqlari.
- Qurilish sohasi.
- Sport buyumlari ishlab chiqarish.
- Meditsina.
- Mashinasozlik.
- Elektrotexnika.
- Nanotexnologiya.
- Metallurgiya va boshqa sohalar (26-rasm).

Amaliy mashg'ulot. Kompozitsion materiallar ishlab chiqarishdagi asosiy to'ldirgichlar turlari va ularning xossalarini o'rganish.

Ishning maqsadi:

Kompozitsion materiallar ishlab chiqarishda qo'llanadigan tolasimon va zarrasimon mustahkamlovchi komponentlarni xossalarini o'rganish.

Elementar tolalarning asosiy mexanik xossalari.

Ishning maqsadi: Elementar tolalarning mexanik xossalarini o'rganish.

Tola – bu ko'ndalang kesim yuzaning kichik kesimida bo'ylama o'lchamlarining ko'ndalang o'lchamlariga nisbatan katta qiymatga (10-100 dan kam emas) ega bo'lgan materialdir.

Ko'pgina tolalar cho'zilishda yuqori mexanik xossalar va yuqori elastiklik moduliga egadirlar. Bunday ko'rsatkichlar yuqori mexanik xossalarga ega kompozitsion materiallar (KM) olishda asosiy ko'rsatkichlar hisoblanadi.

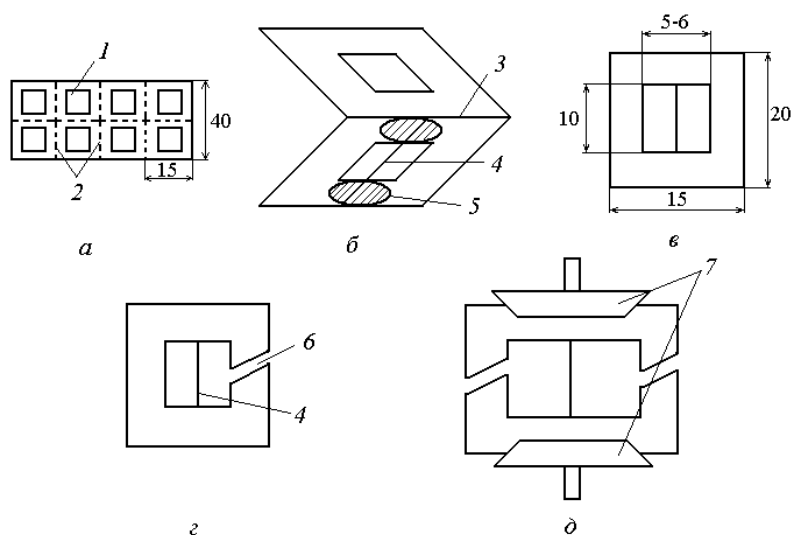
Elementar tolalarni mexanik xossalarini aniqlash GOST 6943.5–79 ga asosan olib boriladi. Sinov uchun elementar toladan kesib olingan va ramkaga qotirilgan namunalar qo'llaniladi. Ramkalar 10 mm uzunlikda va 5–6 mm kenglikda teshik ko'rinishida zich qog'ozdan qirqib olinadi (27-rasm, *a, b*).

Namunani buzilishigacha yuklanish berish maxsus asbobda amalga oshiriladi (28-rasm). Maksimal yuklanish F dinamometr shkalasi bo'yicha aniqlanadi, tolaning uzunligi bo'yicha o'zgarishi Δl – deformatsiya shkalasi yoki gorizontal mikroskop (katetometr) orqali aniqlanadi. Talab etilganda deformatsiya diagrammasi tuziladi ($F-\Delta l$ bog'liqlik).

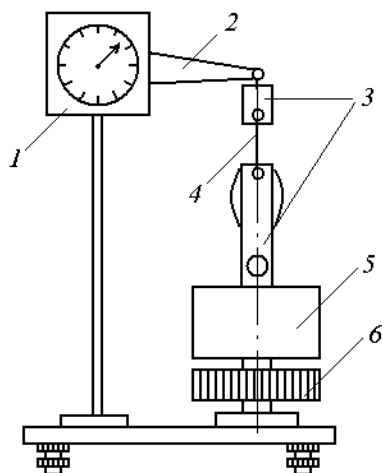
Quyida ba'zi elementar tolalarning cho'zilishidagi diametr d ning, buzuvchi kuchlanish σ_r va elastiklik moduli Yer ning qiymatlari keltirilgan (10-jadval).

10-jadval. Elementar tolalarning ko'rsatkichlari.

Tola turi	d , mkm	σ_r , MPa	Yer , GPa
Shisha tolas	6–20	3450	70–73
Yuqori mustahkam uglerodli tola	7,5–8	2500–3500	200–250
Yuqori modulli uglerodli tola	7,5–8	2000–2500	300–700



27-rasm. Elementar tolalardan mexanik sinov uchun namuna olish. (a–d – tayyorlash bosqichlari): 1 –teshiklar; 2 – kesish chiziqlari; 3 –bukish chiziqlari; 4 – elementar tola; 5 – kley; 6 – kesik; 7 –qisqichlar.



28-rasm. Elementar tolalarni buzuvchi kuchlanish va elastiklik modulini aniqlash uchun asbob. 1 – dinamometr; 2 – richag; 3 – qisqichlar; 4 – tola; 5 – stoyka; 6 – deformatsiya shkalali maxovik.

Bir tomonga yo‘naltirilgan tolali to‘ldiruvchilarning mustahkamligini aniqlash

Ishning maqsadi: Elementar tolalar mustahkamligini ip va bog‘ichlar mustahkamligidan farqini ko‘rsatish.

Elementar tolalarning xossalari ma'lum darajada boshqa turdagi tolalarning xossalari aniqlaydi. Bunda bu xossalarni amalga oshirish qayta ishlash usuli va harakteriga bog'lik bo'ladi. Shuning uchun bir tomonlama yo'naltirilgan to'ldiruvchilarning mexanik xossalari elementar tolalarning mexanik xossalaridan past bo'ladi.

Mustahkamlovchi to'ldiruvchilarni asosiy mexanik xossalari elastiklik moduli va cho'zilishdagi buzilish kuchlanishi hisoblanadi.

Bu sinovlarda ramkalarga qotirilgan kesma namunalar qo'llaniladi. Namunaga R-05 tipdagi universal mashinada buzulguncha 60-100mm/min o'zgaruvchan tezlikda yuklanish beriladi. Berilgan kuchlanishlarni kuch o'lchash shkalasi bo'yicha o'lchanadi.

Kerak bo'ladigan asboblari va materiallar: shisha ip va shisha bog'lardan kesmalar, namunalarni maxkamlash uchun ramkalar, qaychilar, kley, sinovchi mashina.

Ishning borish tartibi. Sinov olib borish va namunalarni tayyorlash GOST 6943.10–79 ga muvofiq olib boriladi.

220 mm uzunlikdagi ip kesmalari ramkalarga qotiriladi. Yelimlangan iplar namunalarga ajratiladi va sinov mashinasi qisqichlariga qotiriladi. Bunda yelimlangan qism 8-10 mm tashqariga chiqib turishi, qisqichlar orasidagi masofa 100 ± 1 mm ni tashkil etishi kerak.

Namunalarga 60-100 mm/min tezlikda sinov mashinasida kuchlanish beriladi va buzilish vaqtidagi yuklanish qayd qilinadi. Olingan qiymatlar bo'yicha cho'zilishdagi mustahkamlik σ_r (MPa) quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$\sigma_p = \frac{F_p}{A},$$

Bu yerda F_r – buzuvchi yuklanish, N; $A = \frac{T}{\rho} \cdot 10^{-3}$ – tolani umumiy yuzasi, mm²; T

– to'ldiruvchining chiziqli zichligi (ma'lumotnomadan olinadi); ρ – to'ldiruvchi materiali zichligi, g/sm³.

Eksperiment kamida o‘n marta qaytariladi va o‘rtacha qiymati olinadi. Olingan natijalar xuddi shu turdagi elementar tola natijalari bilan solishtiriladi va xulosalar chiqariladi. Olingan natijalar qayd etiladi.

Bir tomonga yo‘naltirilgan tolali to‘ldiruvchilarni elastiklik modulini aniqlash.

Kerak bo‘ladigan asboblari va materiallar: shisha ip va shishabog‘lamlar kesmalari, ramkalar, kley, sinov mashinasi, katetometr, shtangensirkul.

Ish tartibi. Ramkalarga qotirilgan namunalarga namunaning markazidan yuqori va past tomonga 25 mm masofada bo‘yoq bilan belgi qo‘yiladi.

Belgilar orasidagi masofa l_0 (katetometr, shtangensirkul yordamida) boshlang‘ich yuklanish F_0 da o‘lchanadi. Namunaga sekin asta yuklanish ΔF F_1 kuchgacha beriladi va namunaning uzunligi Δl o‘lchanadi. Sinov 2-3marta takrorlanadi va namunaning o‘rtacha cho‘zilganligi aniqlanadi.

To‘ldiruvchining elastiklik moduli E_p (MPa) quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$E_p = \frac{\Delta F \cdot l_0}{\Delta l \cdot A},$$

Bu yerda ΔF – o‘sib boruvchi yuklanish, N; l_0 – belgilar orasidagi masofa, mm; Δl – cho‘zilgan namuna uzunligi, mm; A – tolaning umumiy yuzasi, mm².

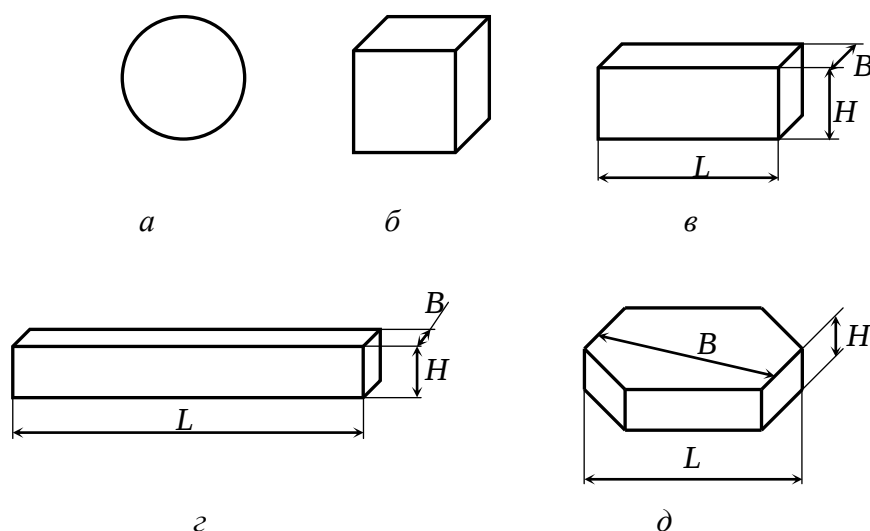
Eksperiment kamida o‘n marta qaytariladi va o‘rtacha qiymati olinadi. Olingan natijalar xuddi shu turdagi elementar tola natijalari bilan solishtiriladi va xulosalar chiqariladi. Olingan natijalar qayd etiladi.

Kompozitsion materiallar ishlab chiqarishda zarrasimon to‘ldiruvchilarni granulametrik tarkibi va xossalarini o‘rganish.

Ishning maqsadi: to‘ldiruvchilarning asosiy geometrik tavsifini aniqlash.

To'ldiruvchilarni tanlash avvalo, uning zarralarining o'lchamlari va zarralarning shakli va tavsifiga bog'liq.

Zarrali materiallar tavsifiy o'lchamlari nisbatiga bog'liq holda shakliga ko'ra sinflanadi (29-rasm).



29-rasm. To'ldiruvchi zarralarni o'lchami va turlari:

a – sfera; b – kub; v – parallelepiped; g - tolasimon; d -tangasimon.

L - uzunlik; H – balandlik; B –kenglik.

Ko'pgina to'ldiruvchilarning zarralarining shakli bir – biridan keskin farq qiladi. Shuning uchun ularning yuzasining zarrasi sinflanish uchun xizmat qiladi. Bu maqsadda zarralarni o'lchamini tavsiflaydigan tushuncha- ekvivalent sfera diametri (ESD) kiritilgan.

Kalta tolali to'ldiruvchilarning geometrik o'lcham va zarrasining shaklini aniqlash

Kerak bo'ladigan asboblari va materiallar: yog'och qirindisi, shoya tolasi, lnokostra, mikroskop, shtangensirkul, mikrometr.

Ish tartibi. Tekis yuzaga ma'lum miqdordagi to'ldiruvchi bir tekis yoyiladi. O'lchash uchun shtangensirkul yoki mikrometr, juda mayda zarralar uchun esa ($<0,1$ mm) mikroskop ishlatiladi.

Zarraning tegishli o'lchamlari aniqlanadi (uzunligi, kengligi, qalinligi) va maksimal va minimal o'lchamlarning nisbati aniqlanadi.

Turli to'ldiruvchilar zarralarining shakli aniqlanadi va chiziladi. Olingan natijalar jadvalga yozib boriladi.

Kukunsimon to'ldiruvchilar zarralarining shakli va o'lchamlarini aniqlash.

Kerak bo'ladigan asboblari va materiallar: turli tipdagi kuknsimon to'ldiruvchilar, tipov, mikroskop, shisha predmetlar.

Ishning tartibi. Zarralarni shakli va o'lchamlarini aniqlash uchun ma'lum miqdordagi to'ldiruvchi oldindan namlangan shisha predmet yuzasiga joylanadi va ustidan ikkinchi shisha bilan yopiladi. Bunda to'ldiruvchini tekis taqsimlanishi va zarralarining bir-biridan alohida –alohida bo'lishiga e'tibor beriladi.

Namuna mikroskop stolchasiga o'rnatiladi. Kerak bo'lgan kattalashtirish va keskinlik tanlanadi. Zarralarning shakli aniqlanib chizib boriladi. Zarralarning asosiy o'lchamlari va ESD hisoblanadi.

To'ldiruvchilarning granulometrik tarkibini o'rganish.

Ishning maqsadi: Tahlilning elaklar usulini o'rganish.

To'ldiruvchini tanlashda avvalo uning zarralarining o'lchamlari va o'lchamlar bo'yicha taqsimlanganligi aniqlanadi.

Kukunsimon materiallarning granulometrik tarkibi kukundagi turli o'lchamdagi zarralarning o'zaro nisbati va qancha miqdordan mavjudligi to'g'risida ma'lumot olishga yordam beradi.

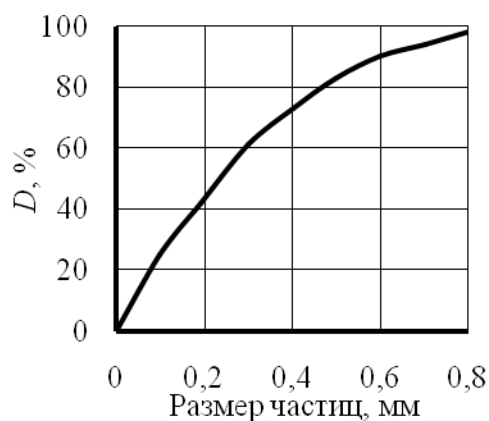
Zarralarning o'lchamini aniqlashning bir nechta usullari mavjud: elaklar yordamida (zarralar o'lchami 0,06 dan 19 mm gacha), mikrometrik (0,001 dan 0,06 mm gacha), sedimentatsion (0,0001 dan 0,06 mm gacha).



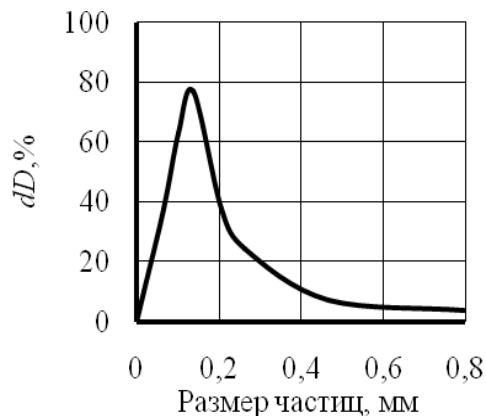
Elaklar usuli material namunasining standart elaklar to'plamidan o'tkazish orqali fraksiyalarga ajratishga asoslangan. Bu usul dispers analizning asosiy usuli hisoblanadi. Lekin bu usul zarralarning haqiqiy o'lchamlarini aniqlay olmaydi.

Granulometrik tarkibni aniqlashda ajralish darajasi taqsimlanishi D (30-rasm, a) va fraksiyalarning nisbiy miqdori dD (30-rasm, b) zarra o'lchamlari δ ga

bog'liqliklari tuziladi.



a



B

30-rasm. Ajralish darajasi taqsimlanish funktsiya ko'rinishlari (a) va fraksiyalarning zarra o'lchamiga nisbiyligi (b).

Mayda dispers materiallar o'lchamini aniqlashda asosan sedimentatsion usul qo'llaniladi.

Mikroskopik usul zarralarning chiziqli o'lchamlarini aniqlashdagi eng aniq usul hisoblanadi, lekin ko'p mehnat va vaqt talab etadi.

Amaliy mashg'ulot vazifalari:

1- vazifa.

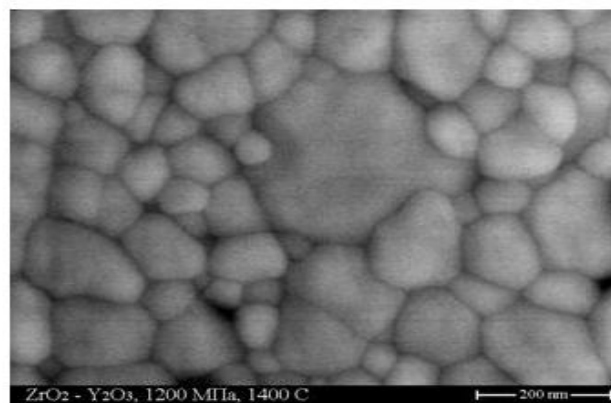
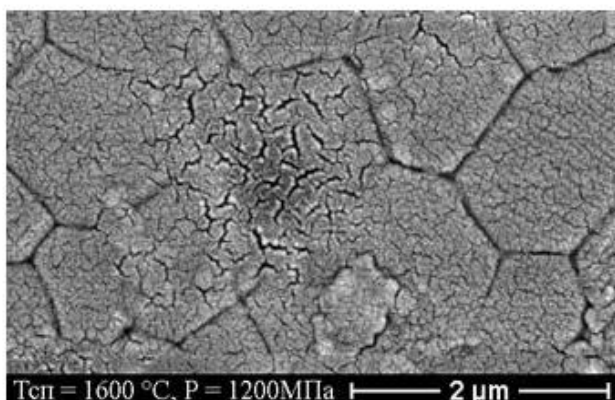
Jadvalda keltirilgan qiymatlar asosida material o'lchamlariga bog'liq holda fraksiyalarni mavjudligi diagrammasini tasvirlang.

Сармат қумининг гранулометрик таркиби

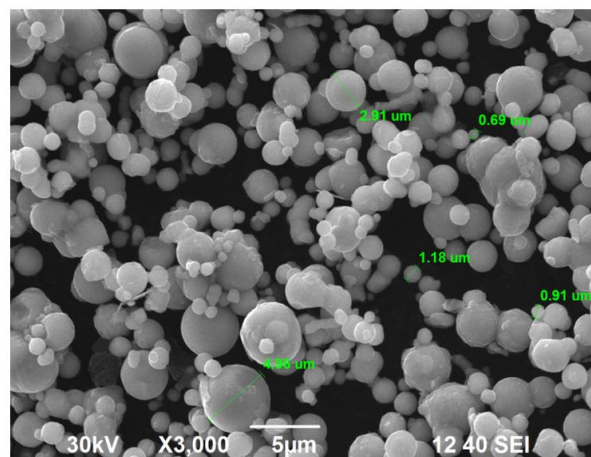
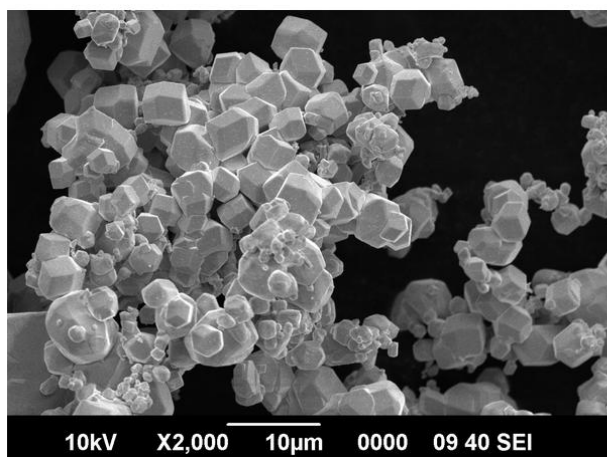
Проба №	Заррачалар миқдори, мас. %	Элакдаги тешиklar ўлчамлари, мм					
		2,5	1,25	0,63	0,3	0,14	0,14 элакдан ўтган
94	1,6	0,6	2,1	17,3	84,4	98	1,9
95	6,8	1,5	4,3	20,7	69,7	95,3	4,6
98	22,6	-	1,1	4,9	42,3	87,5	12,1
99	16,1	-	-	0,6	24,4	83,1	16,8
100	22,7	-	-	1	26,6	78,9	20,6
101	2,8	0,3	1,3	13,8	67,6	96,2	3,4
102	2,7	-	0,2	2,8	37,6	92,9	6,8

2- vazifa.

Keltirilgan mikroskopik rasmlardan foydalanib (31-32-rasm), asosiy kristall fazalar o'lchamlarini aniqlang.



31-rasm. Keramik materialning elektron-mikroskopik rasmi. (elektronniy mikroskop EVM-100)



32-rasm. Volfram karbidi va temir kukunlarining elektron-mikroskopik rasmlari.

Nazorat savollari:

1. Mikro yoriqlar tolali kompozitlarda nima sabablardan paydo bo'lishi mumkin?
2. Nano-tuproqni kompozitlar tarkibida qo'llanilishiga misollar keltiring.
3. Tog' velosipedini konstruksiyasi o'rganing: qanday konstruksion materiallar qo'llanilganligini aniqlang.

4. “Neksiya” va “Matiz” avtomobillarida qo‘llanilgan kompozitlar turlarini aniqlang.
5. Qurilishda qanday kompozitsion materiallar qo‘llaniladi? Misollar keltiring.
6. O‘z o‘zidan tiklanadigan kompozitlarga misollar keltiring.
7. “Rezume” (Hulosalash) usulida turli hil kompozitsion materiallarning afzallik va kamchiliklarini taxlil qilin:

Kompozitsion materiallar					
Polimer matritsali		Metall matritsali		Keramik matritsali	
afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi
Xulosa:					

8. Alyuminiy va magniy – asosiy matritsa materiallari. Suyuq holda ularning qovushqoqligi qanday?
9. Alyuminiy va Ti-6Al-4V qotishmasining “Venn diagrammasi” yordamida solishtirin.
10. “Metall matritsali kompozitlar ishlab chiqarish usullari” mavzusiga “Nilufar guli” grafik organayzerini tuzin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012. -98-101, 249-306 r.
2. Morgan P. Carbon fibers and their composites / Morgan P. - Boca Raton: Taylor & Francis, 2005. Materials engineering; vol.27. - ISBN 0-8247-0983-7. 1153 r.

3. D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, UK, 2012. -319-350 r.
4. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 655-660 r.
5. L.Fiocco, Z.Babakhanova, E.Bernardo. Facile obtainment of luminescent glass-ceramics by direct firing of a preceramic polymer and oxide fillers. Ceramics International Journal. Available online 10 February 2016. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884216000833>
6. Z.A.Babaxanova, M.X.Aripova. Kremniy-organik birikmalar asosida texnik keramika materiallar sintezi. Uzbek kimyo jurnali. 2015, №3, 16-21 b.
7. Enrico Bernardo, Laura Fiocco, Giulio Parcianello, Enrico Storti, Paolo Colombo.Advanced Ceramics from Preceramic Polymers Modified at the Nano-Scale: A Review. Materials 2014, 7, 1927-1956 r.; doi:10.3390/ma7031927.
8. Тялина Л.Н., Минаев А.М., Пручкин В.А. Новые композиционные материалы. Учебное пособие. Тамбов: ГОУ ВПО ТГТУ, 2011.-5-25 с.
9. Шевченко А.А. Физико-химия и механика композиционных материалов. – М. : Профессия, 2010. – 140-170 с.

4-BOB. Kompozitsion materiallar hossalari.

13§. Kompozitsion materiallar hossalari- mikrostrukturasi, g'ovakligi, mexanik mustaxkamligi. Kompozitlarni gomogenlash.

Kompozitlar mikromexanikasiga uning tarkibi va strukturasi katta ta'sir ko'rsatadi.

Kompozitlarning asosiy xususiyatlari:

Anizotropiyasi.

Qo'llanilgan yo'nalishga qarab kompozitlarning xossa xususiyatlari farqlanishi mumkin. Ba'zi vaqtlarda anizotropiya kerak bo'ladi, ba'zida esa kompozitlarning kamchiligi deb tan olinadi (qo'llash sohasiga ko'ra).

Kompozit materiallarning xususiyatlari nafaqat tarkibiy qismlarning fizik-kimyoviy xususiyatlariga, balki ular orasidagi bog'lanishning mustahkamligiga ham bog'liq. Matritsa va mustahkamlashtiruvchi komponent o'rtasida qattiq eritmalar yoki kimyoviy birikmalar hosil bo'lsa, maksimal darajada mustahkamlashtirishga erishish mumkin bo'ladi.

Nol-o'lchovli mustahkamlashtiruvchi komponentlar bilan kompozit tuzilganda, asosan metall matritsalar ishlatiladi. Metall kompozitlarda matritsa bo'yicha bir tekis dispersiyalangan zarralar taqsimlanishi bilan farqlanadi. Bunday kompozitsion materiallar izotrop xususiyatlarga ega.

Bunday materiallarda matritsa butun yukni qabul qiladi va mustahkamlashtiruvchi faza zarrachalari plastik deformatsiyaning rivojlanishiga to'sqinlik qiladi. Kompozitda mustahkamlashtiruvchi faza 5 ... 10% miqdorida bo'lganda samarali mustahkamlashtirishga erishiladi. Armirovka materillari - bu qiyin eruvchan oksidlar, nitridlar, boridlar, karbidlar zarrachalari. Dispersiyalangan qotib qolgan kompozitsion materiallar kukun metallurgiya usulida olinadi yoki mustahkamlovchi kukun zarrachalari eritilgan metall yoki qotishma eritmasiga kiritiladi.

Bir o'lchamli mustahkamlashtiruvchi komponentlar (tola, ipsimon kristallar)

bilan kompozitlar tuzilganda maxsulot keskin anizotrop hususitaga ega bo'ladi. Jumladan, bor tolasi bilan mustaxkamlashtirilgan alyuminiy matritsali kompozitda tola yonalishi boyicha mexanik mustaxkamlik $\sigma_b = 1000-1200$ MPa, tolaga qarama-qarshi yonalishda esa atigi 60-90 MPa tashkil etadi. Tolalar perpendikulyar joylashishi natijasida kompozitsion materialning izotrop hossalari namoyon bo'ladi. Lekin tola yonalishida mustaxkamlik 1000 dan 350 MPa gacha keskin pasayadi.

Yuqori solishtirma hajmi.

Odatda kompozitlar yuqori solishtirma hajmga ega. Bu kamchilik kompozitlarni ba'zi sohalarda qo'llanilishiga to'siqlar tug'diradi.

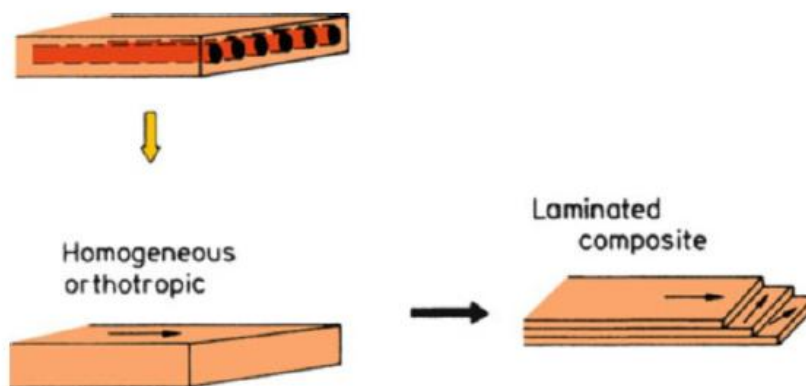
Gigroskopik hususiyatlar.

Kompozitsion materiallar gigroskopik xususiyatga ega. Kompozitlarning ichki strukturasi bir tekislikda bo'lmaganligi sababli, ular namlikga sezgir bo'ladi. Uzoq ekspluatatsiya vaqtida va ko'p marotaba muzlash-erish haroratlarida ishlaydigan kompozitlarda suv material strukturasi kirib, uni buzilishiga olib kelishi mumkin.

Toksik hususiyatlar.

Ekspluatatsiya vaqtida kompozitlar toksik gaz va bug'lar hosil qilishi mumkin.

Kompozitlar makromexanikasi qo'yidagi sxemada keltirilgan:



33-rasm. Qatlamli kompozitlarning makromexanikasi. Bir tekislikda yo'naltirilgan qatlamlar gomogen ortotropik material xisoblanadi. Ushbu qatlamlar tartibli joylashtirish natijasida yo'naltirilgan strukturali laminat hosil bo'ladi.

Zichlik

Kompozitlarning zichligi uning massasi va hajmiga bog'liqdir. Kompozitning massasi uning tarkibiy komponentlari (masalan, tola va matritsa) massasining summasiga teng (3.1.-formula).

$$m_c = m_f + m_m \quad (3.1.)$$

Bu yerda c, f, m - kompozit, tola va matritsa simvollar.

Kompozitlarda g'ovaklar bo'lgan holda ham 3.1. formula to'g'ri keladi. Ammo kompozitning hajmini hisoblaganda undagi g'ovakliklarni (v) e'tiborga olish kerak bo'ladi (3.2.-formula).

$$V_c = V_f + V_m + V_v \quad (3.2.)$$

Shunda kompozitning zichligi (3.3.)-formulasi orqali xisoblanadi:

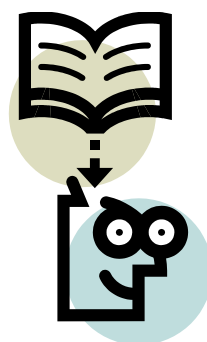
$$\rho_c = \frac{m_c}{V_c} = \frac{m_c}{V_f + V_m + V_v} = \frac{m_c}{\frac{m_f}{\rho_f} + \frac{m_m}{\rho_m} + V_v} = \frac{1}{\frac{M_f}{\rho_f} + \frac{M_m}{\rho_m} + \frac{V_v}{m}}$$

$$\rho_c = \frac{1}{\frac{M_f}{\rho_f} + \frac{M_m}{\rho_m} + \frac{V_v}{\rho_c}} \quad (3.3.)$$

$$\rho_c = \frac{\rho_c}{\rho_c \left[\frac{M_f}{\rho_f} + \frac{M_m}{\rho_m} \right] + V_v}$$

$$V_v = 1 - \rho_c \left(\frac{M_f}{\rho_f} + \frac{M_m}{\rho_m} \right) \quad (3.4.)$$

(3.4.)-formulasi yordamida kompozitlardagi bo'shliqlarning hajm ulishini to'g'ridan-to'g'ri aniqlashimiz mumkin.



14-§. Materiallar qattiqligi va mustaxkamligini ta'minlashda kompozitlarning asosiy mexanik xususiyatlarini ta'siri.

Materiallar qattiqligi va mustaxkamligini ta'minlashda to'lali to'ldirgichlar ta'sirini or'ganib chiqamiz. Kompozitsion materialning elastiklik moduli tolalar va matritsaning xususiyatlari va hajmi asosida ishonchli hisoblanishi mumkin:

$$E_{km} = E_t V_t + E_m (1 - V_t).$$

bu erda: E - elastiklik modul; V - hajmiy miqdori; KM- komposit; t - tola; m - matritsa.

Masalan, alyuminiy matritsali ($E = 70$ GPa) va 50 hajm. % bor tolasi ($E = 420$ GPa) bilan mustaxkamlashtirilgan KM elastik moduli: $70 \times 0.5 + 420 \times 0.5 = 245$ GPa ga teng, bu ko'rsatkich real VKA-1 kompositning egiluvchanlik moduli ko'rsatkichlariga mos keladi. KM ning vaqtincha qarshiligi to'ldiruvchining hajmiy tarkibiga, shuningdek, additiv qonunga ko'ra o'zgaradi:

$$\sigma_{km} = \sigma_t V_v + \sigma_m (1 - V_t),$$

Bu erda: σ_t va σ_m - mos ravishda tola va matritsaning vaqtga qarshiligi.

Bu qonuniyatlardan istisno juda oz miqdordagi (<5%) yoki juda katta (> 80%) hajmda tolaga ega bo'lgan kompozitsion materiallardir.

Tolalarni perpendikulyar yo'nalishda KMning cho'zilish, siqilish va siljish kuchlanishiga kichik mustaxkamlik va qattiqligi matritsaning xususiyatlari bilan belgilanishi bilan izohlanadi. Shu sababli, KM dan qismlarni ishlab chiqarishda, tolalar strukturada harakat qiladigan kuchlanishlarni hisobga olgan holda, ularning xususiyatlaridan to'g'ri va maksimal foyda bilan foydalanishni talab etadi.

Matritsa kompozitsion materiallarning vaqt davomida hossalarni pasayishiga (vaqtdan charchash) katta ta'sir krsatadi, chunki bular matritsadan boshlanadi. Tola va matritsa orasidagi chegaraning heterojen tuzilishi yoriqlar tarqalish jarayonini tolalar o'qiga perpendikulyar bo'lgan yo'nalishda murakkablashtiradi. Shu munosabat bilan, KM yuqori chidamlilik chegaralari bilan ajralib turadi. Haqiqatdan

ham, chidamlilik chegarasi jihatidan alyuminiy asosidagi KM eng yaxshi alyuminiy qotishmalaridan 3-4 baravar ustun turadi.

KM mexanik mustaxkamligi katta darajada tolalarning matritsaga yopishish kuchiga bog'liq bo'adi. Ularning yuqori sifatli boglanishi uchun moddalarning butun yuzasi boyicha yaxshi kontakt (ifloslanish, gaz va boshqa aralashmalarsiz) ta'minlanishi zarur bo'ladi.

Kompozit materiallar asosan termodinamik beqaror tizimlarga taalluqlidir, shuning uchun tolalar va matritsalar orasidagi chegarada diffuziya jarayonlari va kimyoviy reaksiyalar katta rol oynaydi. Ushbu jarayonlar kompozit materiallar ishlab chiqarishda va ulardan foydalanishda yuz beradi. Qismlarning o'zaro ta'siri ular orasidagi kuchli aloqani, kuchlanishning uzatilishini ta'minlash uchun zarurdir. Metall kompozit materiallar uchun tolalar va matritsa o'rtasida mustahkam aloqa ularning o'zaro ta'siri va intermetalik fazalarning juda nozik bir qatlamini (1-2 mikron) hosil bo'lishidan kelib chiqadi. Agar tolalar va matritsa o'rtasida hech qanday o'zaro ta'sir bo'lmasa, unda uni ta'minlash uchun maxsus qoplamalar qo'llaniladi, ammo bu holda hosil bo'lgan fazalar qatlamlari juda nozik bo'lishi kerak. Metall bo'lmagan kompozit materiallarda tarkibiy qismlar orasidagi aloqa yopishtirish orqali erishiladi.

Yuqori mustaxkam bor, uglerod va keramik tolalar matritsaga yomon adgeziya bilan farqlanadi. Yopishishni yaxshilash uchun ushbu turdagi tolalarni sirtiga maxsus ishlov beriladi. Whiskerizatsiya - uglerod, bor va boshqa tolalar yuzasida silikon karbidning mono-kristallarini ularning uzunligiga perpendikulyar o'stirish jarayoni. Shunday qilib olingan "serjunli" bor tolalar "borsik" deb nomlanadi. Whiskerllashtirish tolalarni siqilishga, cho'zilishga mustaxkamligi, silgishga chidamliligini o'shiradi va tola oqi bo'ylab xususiyatlarini pasaytirmaydi.

Komponentlar chegarasida tolaning shikastlanishiga, ularning xususiyatlarining yomonlashishiga va kompozit materialning xususiyatlarini pasaytiradigan kimyoviy reaksiyalar sodir bo'lmasligi kerak.

Kompozit komponentlarining kuchli o'zaro ta'siri natijasida tolalar va kompozit materiallarning vaqtincha qarshiligi sezilarli darajada kamayadi. Masalan, titan matritsasi bo'lgan kompozit materialdagi kremniy karbid tolalarining vaqtincha qarshiligi 320 dan 210 MPa gacha pasaygan, bu esa kompozit materialning vaqtincha qarshiligini 30% ga pasaytirishga olib kelgan. O'zaro ta'sirni kamaytirish uchun matritsa va tolalarni legirlash, tolalarni himoya qoplamalari bilan qoplash, KM ishlab chiqarishning past haroratli va yuqori haroratli usullari qo'llaniladi.

Bunga qo'shimcha ravishda, tolalarning matritsa bilan yopishishi ularning mexanik muvofiqligiga bog'liq bo'lib, ular plastik xususiyatlar farqi, Poisson va chiziqli kengayish koeffitsientlari va elastik moduli ta'sirida o'zgaradi. Mexanik nomutanosiblik ma'lum qiymatga erishilganda, tolalar va matritsa orasidagi aloqani uzishga olib keladigan chegarada qoldiq stresslarning paydo bo'lishiga olib keladi.

Tolalar orasidagi bo'shliqni to'ldiradigan mos matritsa, o'ziga xos qat'iylik va matritsa tolasi interfeysida mavjud bo'lgan o'zaro ta'sir tufayli individual tolalarning birgalikdagi ishlashini ta'minlaydi. Shunday qilib, kompozitning mexanik xususiyatlari uchta asosiy parametr bilan belgilanadi: mustahkamlovchi tolalarning yuqori kuchi, matritsaning qattiqligi va matritsali tolali interfeysdagi bog'lanish mustahkamligi.

Materiallar qattiqligi va mustahkamligini ta'minlashda kompozitni ishlab chiqarish usullari katta ta'sir ko'rsatadi. Kompozitlarning asosiy mexanik xususiyatlariga qoyilayotgan talablarga asoslanib ishlab chiqarish usulini tanlash maqsadga muvofiq bo'ladi. Jumladan, keramik matritsali kompozitlarni olish usullari keramik kukunlar asosida materiallar ishlab chiqarish texnologiyasiga asoslanishi (sovuq va issiq presslash, izostatik presslash), yoki kompozitlar zamonaviy no'anaviy usullar yordamida ham olinishi mumkin.

Sovuq presslash va kuydirish.

Matritsa va tolalarning sovuq presslash va uni kuydirish – keramik materiallar ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladigan usuldir. Ammo bunday usulda pishirish davomida **matritsa qisqaradi** (usadka) va material **ichida yoriqlar paydo bo‘ladi**. Kompozitlarda yana bir muammo mavjud bo‘ladi: uzun tolalar matritsa materialida to‘rlar hosil qilib, matritsada tekis taqsimlanmasligi mumkin. **Bundan tashqari keramik matritsa va armirovka komponentining termik kengayish koeffitsiyenti ham katta e‘tiborga ega.** Ularning orasidagi farq juda katta bo‘lgan hollarda kompozit material sovutilishi/qizdirilishi vaqtida komponentlar har xil tezlikda kengayadi va material buzilishi namoyon bo‘ladi (Bordia va Raj 1988; De Yonge va b. 1986; Saks va b.,1987; Rahaman va De Yonge 1987; Prewo 1986).



Issiq presslash

Yuqori mexanik hususiytalarga ega bo‘lgan keramik matritsali kompozitlar ishlab chiqarishda issiq presslash keng qo‘llanidi. Bunda bir vaqtda yuqori harorat va bosimni ta’sir etish zich strukturali, g‘ovaksiz va mayda zarrachali material olishga imkoniyat beradi.

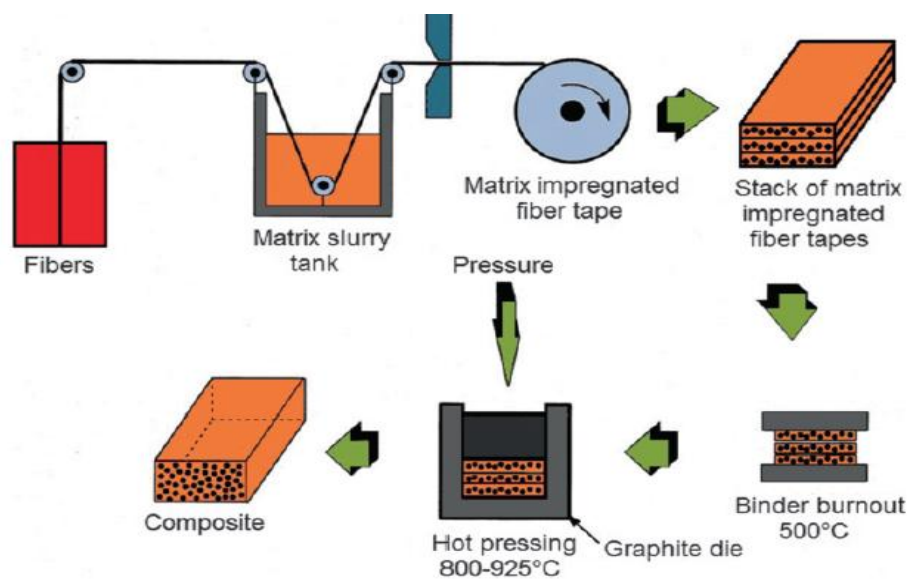
Masalan, suspenziya usulida uzluksiz shisha tola bilan armirovka qilingan shisha kompozitlar (Sambell va b. 1974;. Fillips 1983; Cornie 1986 i dr.; Prewo va Brennan 1980; Brennan va Prewo 1982; Chavla va b. 1993a, b) olish mumkin.

Suspenziya jarayonida keramik matritsali kompozit olish usuli qo‘yidagi tartibda bajariladi:

1. Matritsaga armirovka fazasini joylashtirish.
 2. Issiq presslash natijasida matritsani qotirish.
- 34-rasmda ushbu jarayonning sxemasi keltirilgan.

Birinchi bosqichda tolani tekislashtirish jarayoni ham namoyon bo‘ladi. Suspenziya tarkibida matritsa kukuni, eritgich (suv yoki spirt) va organik bog‘lovchi bo‘ladi. Organik bog‘lovchi qotishdan avval kuyib ketadi. Ba’zi vaqtlarda tolani yaxshi ho‘llanishini ta’minlash maqsadida maxsus agentlar ham qo‘shiladi.

Ho‘llangan tolalar va jgutlar barabanga tortiladi va quritiladi. Undan keyin yarim mahsulot (prepreglar) qirqiladi va grafit formasida joylashtiriladi. Unga yuqori bosim va harorat ta‘sir ettiriladi. Natijada yo‘naltirilgan strukturaga ega bo‘lgan kompozit hosil bo‘ladi.



34-rasm. Keramik matritsali kompozitni suspenziya bilan ho‘llash va issiq presslash usulining texnologik sxemasi¹⁹.

Keramik materiallarning tolalar bilan mustahkamlashtirish yuqori mustahkamlikga ega bo‘lgan kompozitlarni olishga imkoniyat beradi, ammo qo‘llaniladigan mustahkamlashtiruvchi tolalar ko‘p emas. Ko‘pincha metall tolalari qo‘llaniladi. Bunda matritsani va mustahkamlashtiruvchi komponentni termik kengayish koeffitsiyentini e‘tiborga olish zarur bo‘ladi.

Metall zarrachalar bilan mustahkamlashtirilgan keramika – **kermetlar** deb ataladi. **Kermetlar – yuqori mexanik mustahkamlik, issiklik zarbga bardoshligi, yuqori issiqlik o‘tkazuvchanlikga ega.** Yuqori haroratli kermetlar asosida gaz turbinalar detallari, elektr pechlar armaturasi, raketa va reaktiv texnika detallari tayyorlanadi. Qattiq ishqalanishga chidamli kermetlar esa qirqish instrumentlari va detallari tayyorlashda keng qo‘llaniladi. Bundan tashqari kermetlar maxsus sohalarda ham o‘z joyini topgan –



¹⁹ Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012.- 251p.

uran oksidi asosidagi atom reaktorlarining issiqlik chiqarish elementlarni tayyorlashda va xokazo.

Keramik kompozitsion materiallar issiq presslash usuli (shakllash va bosim ostida pishirish jarayonlari), shliker quyish usuli (tolalar matritsa materiali suspenziyasi bilan ho‘llaniladi, quritilgandan so‘ng, termik ishlov beriladi).

Reksion kuydirish jarayonlari.

Monolit keramik materiallar ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan reksion kuydirish jarayonlari kompozitsion materiallar ishlab chiqarishda ham foydalaniladi. Bu jarayon qo‘yidagi afzalliklarga ega:

- matritsa qisqarishini (usadka) oldini olish;
- armirovka tolalarni katta hajmda qo‘llash mumkin;
- tartibsiz yo‘naltirilgan, uzluksiz tolalarni qo‘llash mumkin;
- sistemalarni bir biriga birikish reaksiya harorati kuydirish haroratida pastroq bo‘ladi, bu tolalarni degradatsiyadan saqlaydi.

Materialning g‘ovakligi yuqori ko‘rsatkichlarga egaligi **reaksion kuydirish jarayonlarini eng katta kamchiligidir.**

Issiq presslash va reksion kuydirish jarayonlari birgalikda ham qo‘llanilishi mumkin – gibril jarayon (Bxatt, Bxatt, 1986, 1990). Kremniy matosi kremniy kukuni, polimer bog‘lovchi va organik eritgich asosida tayyorlanadi. Tayyorlangan massa kerakli qalinlikda mato olish uchun presslanadi. Matlar kerakli tartibda joylashtiriladi va bog‘lovchini olib tashlash uchun termik ishlov beriladi (debinderized-bog‘lovchini olib tashlash jarayoni) va azot atmosferasida (yoki vakuumda) presslanadi. Temperatura va bosim zagotovkaga keyingi ishlov berish uchun taqsimlanadi. Bu bosqida kremniy matritsasi kremniy nitridiga aylanadi (1100-1400 ° C da azotli pechda olib boriladi). Kremniy nitridi asosidagi matritsa 30%gacha g‘ovaklikga ega bo‘ladi.

Kremniy-organik birikmalar asosida zamonaviy texnika keramikasi-nanokompozitlar ishlab chiqarish usullari.

Kremniy organik birikmalar (silikonlar) ushbu

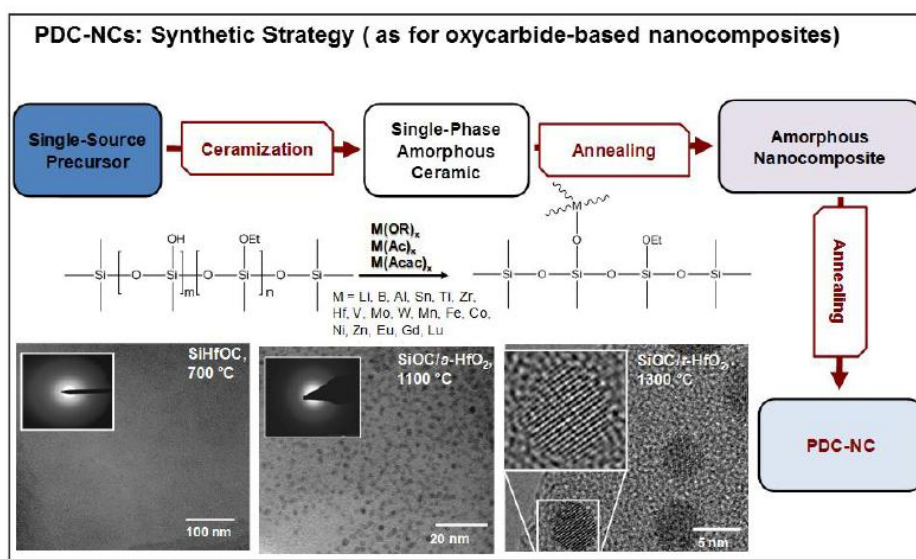
$$\left[\begin{array}{c} \text{R}^1 \\ | \\ \text{Si} \\ | \\ \text{R}^2 \end{array} - \text{X} \right]_n$$

1) **Prekursor tayyorlash.** Silikon tanlash va uni eritgichda eritish, nanostrukturali qo‘shimchalar qo‘shish: metallar oksidlari va b. Eritgich sifatida etilenglikol, atseton va b. qo‘llaniladi. Aralashtirish: mexanik aralashtirgich, ultratovush vannasi.

2) **Keramizatsiya.** 300-450 °C da 6-12 soat davomida ishlov berish. Natijada amorf strukturaga ega keramik kompozitsiya hosil bo‘ladi.

3. Keramik kompozitsiyani kuydirish.

Turli shakllash usullari yordamida olingan keramik kompozitlarning tasviri 35-rasmda keltirilgan.



35-rasm. SiHfOC tarkibli keramik nanokompozitning kremniy-organik birikmalar (oksikarbid qoʻllanilgan) asosida sintez qilish (PDC-NCs usuli): TEM mikrosuratlar materialdagi fazalar tarkibini oʻzgarishini koʻrsatadi²⁰.

²⁰ Enrico Bernardo, Laura Fiocco, Giulio Parcianello, Enrico Storti, Paolo Colombo. Advanced Ceramics from Preceramic Polymers Modified at the Nano-Scale: A Review. *Materials* 2014, 7, 1927-1956 p; doi:10.3390/ma7031927.

Amaliy mashg'ulot. Kompozitsion materiallarning asosiy mexanik xossalarini o'rganish.

Ishning maqsadi: polimer matritsa asosida kompozitsion material tayyorlash, tayyorlangan kompozitning asosiy mexanik xossalarini aniqlash usullari o'rganiladi (massasi, g'ovakligi, zichligi, termik bardoshligi).

Polimerlarni to'ldirish amaliy jihatdan materialni texnologik va ekspluatatsion xossalarini boshqarishga imkon beradi. Konstruktsion to'yingan polimer materiallarning xossalari, olish usullari polimer matritsa va to'ldiruvchi, ularning hajmiy nisbatlariga bog'liq.

KM dan buyumlar tayyorlashda polimer bog'lovchilarning qovushqoqlik. Gel hosil bo'lish vaqti kabi texnologik xossalarini aniqlash lozim.

Gel hosil bo'lish vaqtini aniqlash asosiy parametrlardan biri hisoblanadi. U to'yingan materialning saqlanishi davomiyligini va materialdan buyum tayyorlash temperaturasi tavsiflaydi. KM olish vaqtining davomiyligi bog'lovchi aralashmasini xona haroratida tayyorlash vaqtidan oshib ketmasligi kerak.

Berilgan komponentlar asosida belgilangan struktura va komponentlar nisbatiga ega KM tayyorlash.

Mustahkam plastiklarning asosiy komponentlaridan biri bu bog'lovchi hisoblanadi. Bog'lovchi mustahkamlovchi tolali to'ldiruvchi bilan to'yintiriladi. Bog'lovchi qotgandan keyin tola yoki to'ldiruvchilar qatlamini o'zaro birlashtiradi..

Mustahkam plastiklar olishda poliefir, epoksid va modifitsirlangan fenoloformaldegid smolalar asosidagi bog'lovchilar keng qo'llaniladi. To'ldiruvchilar sifatida turli materiallar: lentalar, matolar, iplar ishlatiladi.

Kompozitlarni tayyorlash jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:

- bog'lovchi va to'ldiruvchi turini aniqlash;
- kompozit komponentlarini nisbatini hisoblash;
- bog'lovchini tayyorlash, berilgan proporsiyalarda komponentlarni aralashtirish;
- to'ldiruvchilarni tayyorlash;

– bog‘lovchini to‘ldiruvchi qavatlariga surkash, va to‘yingan qavatlarni birlashtirish;

– belgilangan rejimda materialni qotishini amalga oshirish.

Kompozitsion materialdagi komponentlar massasini hisoblash

Avvalo KMdan tayyorlangan plastinaning kerakli hajmini V_{KM} (m^3) aniqlanadi.

$$V_{KM} = l \cdot b \cdot h,$$

Bu yerda l , b , h – KM plastinaning uzunligi, kengligi, qalinligi. KM qalinligi sinov standartidan kelib chiqib tanlanadi ($h = 2-8$ mm).

Material hajmini bilgan holda uning massasini aniqlanadi: m_{KM} , kg

$$m_{KM} = \rho_{KM} \cdot V_{KM},$$

Bu yerda ρ_{KM} – zichlik KM, kg/m^3 .

Material zichligi ρ_{KM} (kg/m^3) komponentlar nisbatini bilgan holda o‘rtachasi olinadi .

$$\rho_{KM} = \rho_a \cdot P_a + \rho_c \cdot P_c,$$

Bu yerda ρ_a – armatura zichligi, kg/m^3 ; ρ_s – bog‘lovchi zichligi, kg/m^3 ;

P_a , P_s – armatura va bog‘lovchining hajmiy miqdori.

To‘ldirish darajasi texnologik jarayonlar uchun massa ulushlarda, hisoblash uchun hajmiy ulushlarda olinadi. Komponentlarning massaviy S va hajmiy R miqdorlari o‘rtasidagi bog‘liqlik quyidagi tengliklar orqali ifodalanadi::

$$C_a = \frac{P_a \cdot \rho_a}{P_a \cdot \rho_a + P_c \cdot \rho_c}, \quad C_c = 1 - C_a;$$

$$P_a = \frac{C_a \cdot \rho_c}{C_a \cdot \rho_c + C_c \cdot \rho_a}.$$

Bunda material tarkibida g‘ovaklar yo‘q deb hisoblanadi, ya’ni nolga teng.

Komponentlarni massasi (g) ularning massa nisbatlaridan topiladi:

$$m_a = m_{KM} \cdot C_a, \quad m_c = m_{KM} \cdot C_c.$$

Bu yerda m_a , m_s – to‘ldiruvchi va bog‘lovchi massasi, kg;

C_a , C_s – to‘ldiruvchi va bog‘lovchining massaviy miqdori.

KM tayyorlash uchun kerak bo‘ladigan to‘ldiruvchi qavatlar soni N_a aniqlanadi :

$$N_a = \frac{m_a}{m_{lc}},$$

Bu yerda m_a – armatura massasi, g; $m_{lc} = \gamma_a \cdot l \cdot b$ – bir qavat armatura massasi, g, hisob yo‘li yoki o‘lchab olish orqali aniqlanadi; γ_a – armatura materialini yuza zichligi, g/m².

Hisoblashdan keyin texnologik chiqindilar hisobga olinadi, ya’ni 20% bog‘lovchi qo‘shiladi.

Boshqa turdagi KM uchun ham xuddi shunday hisob ishlari olib boriladi. Olingan natijalar KM olishning texnologik kartasiga yozib boriladi (11-jadval).

Misol. Shisha tolali kompozitning hossalari hisoblash.

Uzluksiz va yonaltirilgan shisha tolalar bilan mustaxkamlashtirilgan komposit (c) tarkibi qo‘yidagicha: 69 GPa elastiklik moduliga ega shisha tolasi - 40 hajmiy % (f-faza); poliestersmolasi - 60 h.% (qotgandan keyin elastiklik moduli - 3,4 GPa) (m-faza).

a) uzunlik bo‘yi kompozitning elastiklik modulini aniqlang;

b) ushbu uzunlik bo‘yi kompozitga 50 MPa kuch 250 mm² yuzaga ta’sir etganda, har bir tola va matrisa fazasiga ta’sir etayotgan kuchlanish hajmini aniqlang;

c) b- da keltirilgan kuch kompozitning turli fazalariga ta’sir etish kuchini hisoblang.

Echimi:

a) kompozitning elastiklik moduli quyidagicha hisoblanadi:

$$E_d = (3.4 \text{ GPa})(0.6) + (69 \text{ GPa})(0.4) = 29.6 \text{ GPa}$$

b) bu masalani echish uchun tolaga tushgan kuch va matrisa kuchlanishi nisbati

hisoblanadi

$$\frac{F_f}{F_m} = \frac{(69 \text{ GPa})(0.4)}{(3.4 \text{ GPa} \cdot 0.6)} = 13.5$$

$$\text{yani: } F_f = 13.5 F_m$$

Kompositga umumiy ta'sir etgan kuch F_c ta'sir etish yuzasi va kuchga bogliq boladi:

$$F_c = A_c \cdot \sigma = (250 \text{ mm}^2)(50 \text{ MPa}) = 12,500 \text{ N}$$

Lekin kompositga ta'sir etayotgan kuch F_c tola va matritsa fazasiga ta'sir etayotgan kuchlar summasiga teng:

$$F_c = F_f + F_m = 12,500 \text{ N}$$

Hisoblardan F_f olish natijasida tenglama quyidagicha bo'ladi:

$$13.5 F_m + F_m = 12,500 \text{ N}$$

$$\text{yoki: } F_m = 860 \text{ N} \quad - \text{ Matrisaga ta'sir etayotgan kuch}$$

$$\text{Bu erda: } F_f = F_c - F_m = 12,500 \text{ N} - 860 \text{ N} = 11,640 \text{ N}$$

$$\text{Demak asosiy kuchlanish tola fazasida bo'ladi: } F_f = 11,640 \text{ N} .$$

c) har bir fazaning stressini aniqlash lozim. Misolning a-qismida topilgan har bir fazaning elastiklik modulini hisobga olgan holda, kuchlanish qiymati aniqlash mumkin bo'ladi.

$$\text{Matrisaga stress ta'sir etish maydoni: } A_m = V_m \cdot A_c = (0.6)(250 \text{ mm}^2) = 150 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tolaga stress ta'sir etish maydoni: } A_f = V_f \cdot A_c = (0.4)(250 \text{ mm}^2) = 100 \text{ mm}^2$$

$$\text{Demak, stress qiymati: } \sigma_m = \frac{F_m}{A_m} = \frac{860}{150 \text{ mm}^2} = 5.73 \text{ MPa}$$

$$\sigma_f = \frac{F_f}{A_f} = \frac{11,640}{100 \text{ mm}^2} = 116.4 \text{ MPa}$$

Matrisa va tolaning kuchlanish qiymati quyidagicha bo'ladi:

$$\epsilon_m = \frac{\sigma_m}{E_m} = \frac{5.73 \text{ MPa}}{3.4 * 10^3 \text{ MPa}} = 1.69 * 10^{-3}$$

$$\epsilon_f = \frac{\sigma_f}{E_f} = \frac{116.4 \text{ MPa}}{369 * 10^3 \text{ MPa}} = 1.69 * 10^{-3}$$

Hulosa qilib, matrisa va tolaning kuchlanish qiymati bir hil qiymatga egaligini ko'rishimiz mumkin.

Mustaqil ishlash uchun masalalar:

Jadvalda keltirilgan komposit tarkiblari uchun kuchlanish tolaning uzunlik boyi, hamda perpendikulyar yonalishda ta'sir etilganda kompositning elastiklik modulini F va har bir faza (tola va matrisa)ga ta'sir etayotgan stress qiymatini σ aniqlang:

Faza	Faza miqdori, vol. %								
Tola	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Matritsa	90	80	70	60	50	40	30	20	10

Hisoblashda turli hil tola va matrisa turlarini tekshirib korish kerak:

Tola - E-shisha, bor, uglerod, kremniy-karbid, wolfram, molibden va b.

Matrisa - PE, PP, kremniy-kislorodli birikmalar, poliefir smola, alyuminiy, polat va b.

Kompozitsion material plastinalarini tayyorlash

Kerakli asboblari va materiallar: bog'lovchi tayyorlash uchun komponentlar, matoli to'ldiruvchi, qaychi, tarozi, qattiq plastinkalar, mufel pechi.

Ish tartibi. Komponentlardan 250×250 mm o'lchamda qavat-qavat usulida plita tayyorlanadi.

Kesilgan to'ldiruvchi bog'lovchi bilan to'yintirib, plastina ustiga qavat-qavat

qilib, havosizlantirib taxlanadi.

Ma'lum miqdorga erishilgandan keyin qattiq plastina qo'yiladi va qotish rejimiga muvofiq qotiriladi. (2-*ilova*).

11- jadval. KM tayyorlashning texnologik kartasi

Material	Namuna				Miqdori
	Oʻlchamlar, mm			Hajm, sm ³	
	Uzunligi	Kengligi	Qalinligi		
Komponentlar	Normativ	Holati, oʻlchamlar		Miqdori, mass. %	Miqdori , g
Toʻldiruvchi					
Bogʻlovchi					

Shishatekstolit materiallar kompozitsiyalarni tuzish va tarkibini xisoblash.

Ishning maqsadi:

Shishakompozit material – Shishatekstolit va “Tripleks”ning tarkibi, xossalari, tayyorlash texnologiyasi va qo'llanishini o'rganish.

Tripleks tayyorlash texnologiyasi.

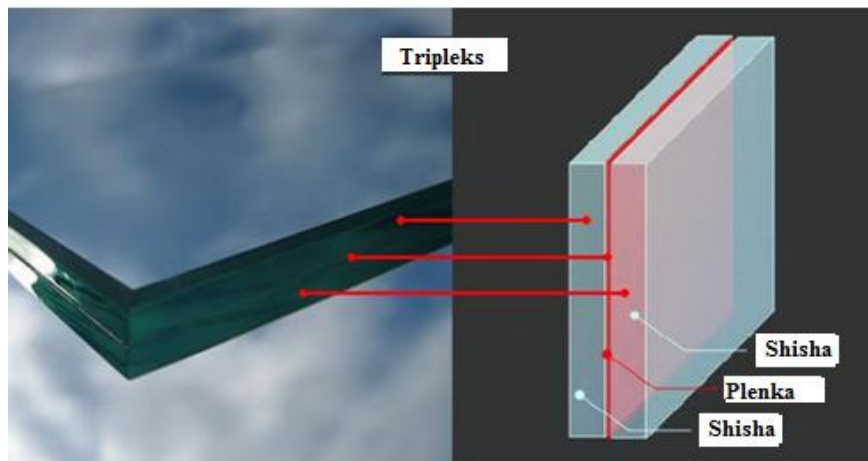
Tripleks tayyorlashning bir necha usuli mavjud: quyma texnologiya, plenkali texnologiya va avtoklavsiz plyonkali texnologiya

Tripleksni quyma usulda tayyorlash texnologiyasi bosqichlari:

- shishalarni tayyorlash va yuvish;
- ikki tomonlama tasmalarni qoplash;
- ikkinchi shishani biriktirish;
- tayyorlangan konstruksiyani presslash;
- shishalar oralig'ini to'ldirish;
- smolani qotirish.



Tripleksni (36-rasm) quyma usulda tayyorlash texnologiyasi - bu usulning afzalligi turli qalinlikdagi va rangdagi shishalarni birlashtirish mumkin.



36-rasm. Tripleks tusilishi.

Shishalarni yuvish. Shishalar yuvilgandan keyin ularni quruq, yogʻlardan xoli boʻlishiga eʼtibor berish kerak. Shishalar orasida maʼlum boʻshliqni hosil qilish maqsadida chetlariga ikki tomonlama yopishadigan shaffof tasmalar yopishtiriladi va smola quyish uchun teshikcha qoldiriladi va konstruksiya presslanadi. Soʻngra tayyorlangan smola bilan oraliq toʻldiriladi. Toʻldirish vaqtida smolada pufaklarni paydo boʻlishiga imkon qadar yoʻl qoʻyilmaydi. Smolani qotish jarayonida uni yuza boʻylab bir xil taqsimlanishiga eʼtibor beriladi.

Tripleks tayyorlashni plenkali texnologiyasi.

Bu texnologiyaning afzalligi, bu usulda tayyorlangan koʻp qavatli shishalar yuqori optik xususiyatga ega boʻladi. Bu usulda shisha listlar orasiga polivinilbutiral plenka (PVB) qoʻyilib, keyin kollanderda dastlabki presslanadi, soʻngra avtoklavda yakuniy yopishtirish amalga oshiriladi.

Kollander yigʻilgan tripleks paketni dastlabki vakuumlash uchun ishlatiladi. Bu

uskuna maxsus kameradan iborat bo‘lib, unda yig‘ilgan tripleks 110 – 115 Sgacha qizdiriladi, shisha va plenka orasidagi havo rezina valiklar yordamida chiqariladi. Kollanderdan paket shaffof holatda chiqadi va yakuniy presslash uchun avtoklavga joylashtiriladi. Avtoklavda presslash +150 °C va 12,5 Bar bosim ostida olib boriladi.

Avtoklavsiz plenka texnologiyasi

Bu texnologiya afzalligi maxsus plenkalarni qo‘llash orqali boshqa klassik triplekslardan texnik parametrlariga ko‘ra yuqori xossalarga ega bo‘ladi. Kamchiligi esa yuqori tannarxga ega bo‘ladi.

Avtoklavsiz plenka texnologiyasi bosqichlari:

- shishalarni tayyorlash va yuvish;
- shisha va plenkadan kombinirlangan paket tayyorlash;
- vakuum xosil qilish;
- vakuumda konveksion kamerada qizdirish;
- 20-40 daqiqa davomida 130-140 °C da ushlab turish;
- vakuumda sovutish.



Amaliy mashg‘ulot vazifalari:

1-vazifa.

Adabiyetlar va Internet-ma’lumotlardan foydalanilgan holda toblangan listli shisha asosida tripleks ishlab chiqarishning texnologik tizimini tuzing.

2-vazifa.

Adabiyetlar va Internet-ma’lumotlardan foydalanilgan holda toblangan listli shisha asosida avtomobil uchun isitiladigan tripleks oynasi ishlab chiqarishning texnologik tizimini tuzing.

Nazorat savollari:

1. Tripleks tayyorlash uchun ishlatiladigan shisha markalarini keltiring.
2. Tripleks tayyorlashda qanday bog‘lovchilar ishlatiladi?
3. Plenkali texnologiya avtoklavsiz texnologiyadan nimasi bilan farq qiladi?

4. To‘rt va besh qavatli shishakompozit tayyorlash mumkinmi?
5. Tripleks ishlab chiqarish usullarini keltirin va “Venn diagrammasi” yordamida ularni solishtirin.
6. Mazkur fikrlarga nisbatan munosabatingizni FSMU metodi orqali tahlil qiling:
Fikr: “Polimer matritsali kompozitlar eng yuqori fizik- mexanik va kimyoviy xossalarga egadir”.
Fikr: “Kompozitlar hususiyatlari faqat komponentlar kimyoviy tabiatiga bogliq”.
 7. “Kompozitlar asosiy fizik-kimyoviy hususiyatari” mavzusiga “Klaster” diagrammasini tuzin.

Adabiyotlar:

1. Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012. -98-101, 249-306 r.
2. Morgan P. Carbon fibers and their composites. - Boca Raton: Taylor & Francis, 2005. Materials engineering; vol.27. - ISBN 0-8247-0983-7. 1153 r.
3. D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, UK, 2012. -319-350 r.
4. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering.An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 655-660 r.
5. ГОСТ 30826-2001. Межгосударственный стандарт. Стекло многослойное строительного назначения. Дата введения 2003-01-01.
6. [ГОСТ 111-2001](#) Стекло листовое. Технические условия.
7. [ГОСТ 30698-2000](#) Стекло закаленное строительное. Технические условия.
8. [ГОСТ 30779-2001](#) Стеклопакеты строителного назначения. Метод определения сопротивления атмосферным воздействиям и оценки долговечности.
9. Тялина Л.Н., Минаев А.М., Пручкин В.А. Новые композиционные материалы. Учебное пособие. Тамбов: ГОУ ВПО ТГТУ, , 2011.- 82 с.

IKKINCHI QISM. KOMPOZITSION BOG'LOVCHI MATERIALLAR.

5-BOB. Sement asosida kompozitsion bog'lovchi materiallar.

15-§ Xrizotilsement kompozitsion materiallari

Qurilishda keng tarqalgan kompozit–asbest tolalari bilan mahkamlangan sementli kompozit, ya'ni asbo-tsement. Sement matritsasiga asbest materiallarini qo'shsak xrizotilsement kompozitsion materiallarini olishimiz mumkin. Masalan, xrizotilsement listlar, xrizotilsement quvurlar. Bu buyumlarda asbest 15-20%-qo'shimcha bu tarkibga polimer moddalar kiritilsa–asbovoloknit, qog'oz qo'shilsa – asbogetinaks, mato qo'shilsa–asbotekstolit hosil bo'ladi. Bu asboplastiklarda asbest 50-70% gacha ishlatiladi. Asosiy asbest qurilish sohalarida ishlatiladi – 80%. O'zi asbest asosida 3000 dan ortiq buyumlar ishlab chiqariladi.

Xrizotilsementli mahsulotlar tayyorlash – bu qurilish materiallari ishlab chiqaruvchi sanoatining yirik tarmog'i bo'lib, asosan turli xildagi asbest va sement omixtasidan iborat materiallar ishlab chiqarishga qaratilgan.

O'z nomidan ko'rinib turibdiki, bunday material asosan ikkita xom ashyodan, ya'ni asbest va sementdan tarkib topgan bo'lib, tayyor mahsulot turiga ko'ra o'rtacha 10-20/90-80 og'irlik miqdoridagi omixta nisbatidan iborat bo'ladi. Shunday qilib asbest-sement ikki turdagi aralashmadan iborat va undagi har bir komponentning o'z o'rnini bor. Ularning o'zaro birikishidan esa yangi, maxsus xossalarga ega bo'lgan material hosil bo'ladi. Maxsus kurslardan ma'lumki, sement siquvchi kuch(nagruzka)ga yaxshi qarshilik ko'rsatsa ham, lekin burama va cho'zuvchi kuchga o'n va undan ortiq marta yomon qarshilik ko'rsatadi. Sementning bu kamchiliklarini kamaytirish yoki unga chek qo'yish maqsadida uning tarkibiga asbest qo'shiladi. Tolasimon bo'lgan asbest qotayotgan bog'lovchi material massasi bilan yaxshi aralashadi va uning strukturasini mustahkamlab, mahsulotni aytib o'tilgan kuchga bo'lgan qarshiligini oshiradi. Xrizotilsementga mexanik vositalar yordamida ishlov berish mumkin. Bu qorishma issiqlikni juda yomon o'tkazadi, olov ta'siriga chidamli, dielektrik xossalari yuqori, bundan tashqari u boshqa ko'pgina afzalliklarga ega. Bu

afzalliklar esa asbest-sement materiallini, istiqbolli qurilish materiallarining asosiy turlaridan biriga aylantirdi. Rivojlanib borayotgan xalq xo'jaligida, har xil bino va imoratlarni ko'tarishda o'rtacha 50 foizgacha bunday material ishlatib kelinmoqda. Xrizotilsement massasidan—quvurlar, oddiy va yuqori bosimga chidamli, turli kattalikdagi va uzunligi 6 m keladigan buyumlar tayyorlanmoqda. Bundan tashqari yassi va to'liqinsimon, murakkab ko'rinishdagi "Sendvich" turidagi panellar (ya'ni bir nechta qatlamdan iborat osilib turuvchi devorbop panellar, tomlarni qoplashga mo'ljallangan va boshqa xildagi) mahsulotlar tayyorlanmoqda.

Hali qotib ulgurmagan, yangi qolipdan chiqqan asbest-sementga xos bo'lgan yopishqoqlik (plastichnost) tufayli unga turli murakkab ko'rinish berish mumkin: to'liqinsimon, har xil burchakli qilib burish yoki bo'lmasa kesimi murakkab bo'lgan tayyor mahsulotni qoliplash va hokazo. Bu esa mahsulotni burama (nagruzkalarga) bo'lgan qarshiligini yanada oshirishga imkon beradi. Mana shularning hammasi o'z navbatida asbest-sement asosida engil, olovda yonmaydigan, mustahkam, uzoq muddat ishlatish mumkin bo'lgan materiallar olish imkonini beradi.

Хrizotil-sement sanoati yosh sanoat turlaridan biri bo'lib, xalq xo'jaligining turli sohalarida keng qo'llanilgani uchun juda tez rivojlanib bormoqda. Asbest-sement materialining yaratilishi va uni sanoat miqyosida birinchi marta ishlab chiqarilishi chex olimi Lyudvig Gatchek nomi bilan bog'liq. Uning samarali mehnati tufayli bu mahsulot sanoat miqyosida birinchi marta 1900 yilda ishlab chiqarilgan. Buning uchun o'sha mahalda qattiq (karton) qog'oz ishlab chiqarishda ishlatiladigan aylanma to'rtli silindri bor mashinalardan foydalanilgan (shuning uchun uzoq muddat asbest-sement ishlab chiqaruvchi ishchilar orasida "pappmashina" degan ibora saqlanib qolgan). Mashina qoliplangan yaxlit taxtasimon listlar o'lchami 400x400 mm bo'lgan kvadrat plitalar qilib kesilar, keyin esa gidravlik bosqonlarda qo'shimcha zichlash orqali mustahkamligi oshiriladi. Ularni asosan bino tomlarini qoplashga ishlatiladi. Bu listlar uzoq muddat xizmat qilgani uchun doimiy, ya'ni "eternitli" deb nomlangan. Bunday mashinalar takomillashib borib keyinchalik list qoliplovchi, quvur qoliplovchi deb atala boshlandi va hozirda asbest-sement materiallari ishlab

chiqarishda asosiy qoliplovchi–(formovochniy) mashinalardan biri hisoblanadi. Hozirgi paytda sanoat korxonalarimizda oʻrtacha 30 ta texnologik liniyalarda listli mahsulotlar va 10 texnologik liniyalarda esa xrizotilsement quvurlar ishlab chiqarilmoqda. Rossiyada “eternit”li listlar ishlab chiqaradigan korxona 1908 yili Bryansk shahrida qurilgan edi.

Oʻzbekistonda hozirgi paytda asbest-sement mahsulotlar Quvasoy, Ohangaron va Bekobod shaharlarida joylashgan sement korxonalari qaramogʻidagi sexlarda va kichik korxonalarda ishlab chiqarilmoqda. Bu xildagi mahsulot ishlab chiqaradigan korxonalar respublikamizda 1960 yillardan boshlab tashkil etilgan va keyinchalik takomillashtirilgan. Jumladan Ohangaron korxonalar birlashmasida mavjud VI ta texnologik liniyalardan birinchisi 1963 yil ishga tushirilgan boʻlsa, II va III chisi 1964, qolganlari esa 1965 yilda. Bekobod korxonasidagi shifer tayyorlaydigan II texnologik liniya takomillashtirilgandan keyin (1975 yilda) SV-40-175 xildagi shifer ishlab chiqarila boshladi.

Oʻtgan 82 yil davomida, albatta bu sanoat korxonasida ham katta oʻzgarishlar sodir boʻldi, jumladan yangi liniyalar vujudga keldi, ulardagi moslamalar yanada takomillashdi, ularning ishlab chiqarish quvvati oshdi, natijada yiliga 35-45 mln. dona nisbiy plitalar ishlab chiqaradigan SM-943 xildagi list qoplovchi mashinalar sanoat korxonalarida ishlay boshladi. Vatanimizda ishlab chiqarilayotgan asbest-sement materiallari oʻz sifatiga koʻra dunyoning koʻpgina yirik mamlakatlarida tayyorlanayotgan ana shunday mahsulotlarga qoʻyiladigan talablarga toʻla javob bera oladi. Olib borilgan ilmiy tadqiqotlar tufayli xom ashyoning yangi turlari topildi (jumladan klinker tarkibidagi S_3A ning miqdori, sunʼiy tolalarni ishlatish va boshqa).

Biroq qoliplash usuli oʻzgarishsiz va hozir ham amalda shu usuldan foydalanib kelinmoqda. Qoliplash davomida aylanma toʻr silindrli mashinalarda asbest-sement va suvdan tarkib topgan aralashmadagi suvni maʼlum miqdorgacha kamaytirish orqali hosil boʻlgan yupqa qatlam temirdan tayyorlangan silindrga qavatma-qavat qilib oʻraladi va natijada aylanmasi katta ($d=1600$ mm) va uzunligi kalta ($l = 1200, 1600$ mm) boʻlgan quvur hosil boʻladi. U kerakli qalinlikdagi oʻlchamga etgandan soʻng

uni ko'ndalangiga kesish orqali yassi list hosil qilinadi. Texnologik jarayonning keyingi bosqichlarida esa uni kerakli o'lchamlarda qirqiladi, to'liqsimon shakl beriladi (mahsulot turiga qarab), zichlanadi, mustahkamlanadi va qotiriladi. Quvur ishlab chiqarishda esa kerakli o'lcham olgandan so'ng (bunda uning uzunligi katta va diametri kichik bo'ladi) uni maxsus chiqarish moslamasida u o'ralib hosil bo'lgan juvalardan chiqarib olinadi. Chunki quvur mustahkam bo'lishi uchun imkoni boricha uzun bo'lishi kerak, ana shunda quvurni o'zaro biriktirish oson bo'ladi.

Bundan tashqari quvur asosan bosim ostida bo'lgan suyuqlik va gazni o'tkazishga muljallangani uchun uning devorlari zich va mustahkam bo'lib, suyuqlik ni yoki gazni sizib chiqishga qo'ymasligi kerak.

Xrizotilsement mahsulotni ishlab chiqarish korxonasida mahsulot miqdorini belgilash uchun shartli plitalar degan birlik qabul qilingan bo'lib, shartli plita sifatida o'lchami 400x400 mm va gidravlik bosqonda zichlashmasdan oldin hajmi $0,764 \text{ dm}^3$ bo'lgan zichlangan plita tushuniladi.

Xrizotilsement mahsulotni (37-rasm) ishlab chiqarish korxonasida mahsulot miqdorini belgilash uchun shartli plitalar degan birlik qabul qilingan bo'lib, shartli plita sifatida o'lchami 400x400 mm va gidravlik bosqonda zichlashmasdan oldin hajmi $0,764 \text{ dm}^3$ bo'lgan zichlangan plita tushuniladi. Sanoatda ishlab chiqariladigan xamma turdagi listsimon mahsulot miqdorini aniqlash oson bo'lishi uchun «o'tkazuvchi koeffitsient», degan tushuncha qabul qilingan, jumladan ularning eng asosiylari uchun:

- to'liqsimon listlar (rus tilida qisqartirilgan nomi VO - voloknistie obiknovennie) o'lchami 1200x678 x 5,5 mm - 7,34 shartli plita - to'liqsimon kesimli (usilennogo profilya) (VU) o'lchami 2500x 994 x 8 mm - 36 shartli plita, shu to'rdagi o'lchami 1750 x 1250 x 7,5 mm - 24,5 shartli plita;

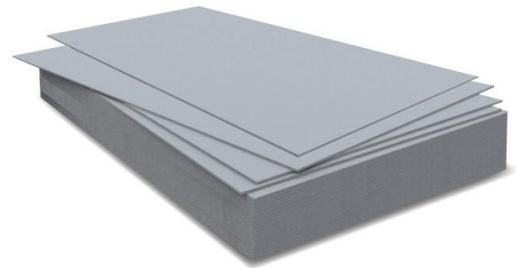
- qoplovchi zichlatilgan listlar, o'lchami 1220 x 220 x 7 mm-9,8 shartli plita;

Bunda 1220 - listning uzunligi, 920- eni va 7 list qalinligi. List qoliplovchi mashinalarni ishlab chiqarish quvvatini aniqlash uchun unda tayyorlangan list

miqdorini o'tkazuvchi koeffitsientga ko'paytirish kerak.



a



b



c



d

37- rasm. Xrizotilsementli mahsulotlar turlari: a - to'liqinsimon listlar, b - qoplovchi zichlatilgan listlar, c- rangli xrizotilsement listlar, d - xrizotilsement trubalar.

Quvursimon mahsulot miqdori ham shartli birlikda belgilanadi va buning uchun ichki aylanmasi 200 mm pogon metr quvur qabul qilingan. Umuman asbest-sement sanoati hozirgi paytda to'liqinsimon, tekis zichlangan va zichlanmagan, elektr tokini o'tkazmaydigan quvurlar, havo o'tkazish moslamalarining qismlari, suv o'tkazmaydigan er osti inshootlari, binolarning tomini qoplash uchun sovuq o'tkazmaydigan listlar, uy-joy, sanoat korxonalarining binolari devorlarini ko'tarishda ishlatiladigan osilib turuvchi panellar va boshqa buyumlar ishlab chiqarmoqda.

Hozirgi kunda tayyorlanayotgan asbest-sementli quvurlardan suv va gaz o'tkazishda, ariq suvlari, sug'orish inshootlarida, aloqa simlarini tiklashda ishlatilib

foydalanilmoqda. Vatanimizda xrizoilsementli trubaning quyidagi turlari ishlab chiqarilmoqda:

- bosimga chidamli VT-3, VT-6, VT-8, VT-12 kabi, ular 0,3, 0,6, 0,8 va 1,2 MPa gacha bo'lgan gidravlik bosimga mo'ljallangan.
- oddiy bosimsiz, oqiziqlar va aloqa simlarini o'tkazish uchun;
- bosimli gazlarni o'tkazish uchun.

Qurilishda xrizotilsementli qurilmalarning ishlatilishi yuqori iqtisodiy samara bermoqda.

Xrizotilsement maxsulotlarni qollash afzalliklari:

- ✓ Qattiqlik;
- ✓ Uzoq muddat davomida o'z hususiyatlarini yoqotmaydi;
- ✓ Tasqi tabiiy faktorlarga bardoshlik va ishqorlar ta'siriga chidamli;
- ✓ Yo'nginga va korroziyaga bardosh;
- ✓ Mexanik ishlov berish osonligi;
- ✓ Elektr himoyalash va tovush izolatsion hususiyatlari;
- ✓ Temirbeton materiallar va buyumlarga qaraganda moslama og'irligi 6-8 marta pasayadi;
- ✓ 1 m ga sarflanadigan temir miqdori 2-3 kg kamayadi;
- ✓ Moslama tannarxi o'rtacha 15-20% kamayadi;
- ✓ Qurilish muddatini qisqartirishga olib keladi.

Asbest-sementli materiallarga bo'lgan talab kundan-kunga oshmoqda. Ana shu talablar asosida hozirda sovuq o'tkazmaydigan temir-beton plitalar ustidan qoplovchi materiallar qoplanmoqda, asbest-sementli materiallarning turlari takomillashtirilmoqda. Kelajakda, asbest-sementli materiallardan tomlarni sovuq o'tkazmaydigan qilib qoplash, inshoot poydevorlarini tiklashga mo'ljallangan turlarini ishlab chiqarishga o'tish mo'ljallanmoqda. Ularni mustahkamlash, uzoq muddat ishlashni oshirish esa, asbest-sementni aralashmasini oquvchanligini oshirishni talab etadi. Bu masalani hal qilish yo'llaridan biri asbest-

sement listlar tarkibiga qo'shimcha temir qirindilari, sun'iy shisha tolalari, simto'rlar va xokazolar qo'shishdan iboratdir. Sim to'qli asbest-sement listlar materialni cho'zilishi va zarb kuchlariga bo'lgan mustahkamligini bir necha marta oshiradi va uni osonlik bilan sinishi kabi kamchiligini kamaytiradi. Texnologik jarayonda ayrim qiyin tuzilishdagi qismlar - shveller, burchaklar tayyorlash usullarining yo'qligi ham asbest-sement asosida ularni ishlab chiqarishga imkon bermayapti.

2010 yil va undan keyingi yillarda xalq xo'jaligi oldiga qo'yilgan vazifalar asosida asbest-sement mahsuloti ishlab chiqarish sanoati oldida **quyidagi muammolar mavjud:**

- ✓ Mahsulot xilma-xilligini ta'minlash, ularning sifatini oshirish, uzunligi 6 metrli bo'lgan quvurlarni ishlab chiqarishni ko'paytirish;
- ✓ Ishlab chiqarishni jadallashtirishga esa mehnat unumdorligini oshirish, yangi texnologik jarayonlarni qo'llash, ishla turgan asbob-uskunalarni takomillashtirish orqali erishish;
- ✓ Xom ashyoni tejash, ularning yangi turlarini topish, jumladan sifati past bo'lgan asbestlarni qo'llash.

Sanoatda tayyorlangan asbest-sementli mahsulot turlari, asbest hom ashyosini qancha miqdorda borligiga, qancha miqdorda tayyorlanayotganiga qarab rejalashtiriladi. Shuning uchun hozirgi paytda bu turdagi mahsulot xillarini takomillashtirish, ularning o'lchamlarini kattalashtirishga, ko'rinishini yaxshilashga qaratilgan. Jumladan, o'lchami 2500-2000 mm bo'lgan to'lqinsimon plitalar, yangi xildagi yassi panellar tayyorlanmoqda. Umumiy ishlab chiqarish xajmida bunday buyumlar o'rtacha 24 foizni tashkil qiladi, 12 foizdan ortiq buyumlar rangli qilib tayyorlandi. Bularga albatta korxonalardagi mashinalarni va moslamalarni yangi, unumdorligi yuqori bo'lgan hillarini eskilari o'ringa almashtirish orqali, qo'l mehnatini yanada kamaytirish, yarim avtomat va avtomat liniyalarni qo'llash orqali erishish mumkin.

16-§. Xrizotilsement kompozitsion materiallarini ishlab chiqarishda ishlatiladigan xom ashyo turlari

Xrizotil asbest $\text{Mg}_6(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$. Asbestni tabiiy zahiralari juda katta. Rossiyada asbestni birinchi zahiralari 1720 yili Tagil ariqlarida topilgan. 1878 yilda katta konlari Kanadada, keyinchalik Afrikada ham topilgan. O'rta Uralda, shahar va qishloq turdagi Asbest, Asbestovskoe, Novoasbest, Kanadadagi Asbestos shahri, JARda Asbestli tog'lar mavjud. Kam miqdorda asbest konlari Alpa, Appalachax, Kavkaz va boshqa tog' rayonlarda bor. Asbestni noyob xususiyati – uning kristallarini bir yo'nalishda o'sishi bu sababdan uning uzunligi qalinligiga nisbatan 10 ming marta katta bo'lishi mumkin – 5 sm gacha. Asbestga mexanik ishlov berish natijasida u yupqa tolachalarga titkilanadi. Bu tolachalar elastik va katta mustahkamlikka ega. Asbest tolachalari ichidan bo'sh, ularni ichki diametri 13 nm, tashqi diametri 26 nm ga teng.

Asbest grek so'zidan (asbestos) tarqalgan manosi «o'chmas». Eybeya-eret daryo oro topilgan (antik zamonlarda). Asbestdan to'qilgan matolar qadim zamonlardagi rimliklarga aniq bo'lgan. Bu matolar juda qimmat bo'lib, narhi marvaridlarnikidan ham yuqori edi.

Asbestni salbiy tomonlari ham bor. Birinchi asrlarda, asbest matolarini to'qigan ishchilar tez-tez kasal bo'lib erta o'lib ketishar ekan. Asosiy kasallik – o'pka fibrozi.

Ishlab chiqarish rivojlangan sari asbestga bo'lgan ixtiyoj o'sib bormoqda. Asbestni zarur tomonlarini hisobga olgan holda unga katta talablar quyiladi. Oxirgi ma'lumotlar bo'yicha asbestni havodagi miqdori 200 tolachalar/ m^3 (sexlarda):

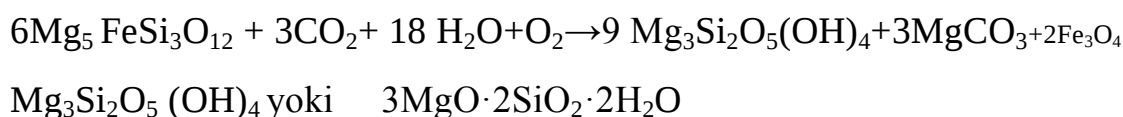
Ichimlik suvda – 1 MEL ko'p emas-1 MEL = 10^6 tolachalar/l suvda

Havoda – 0,03 – 3 tolachalar/ m^3 (dalalarda)-3- 300 tolachalar/ m^3 - shaharda

Asbest serpentin qavat-qavat silikat minerallari guruhiga kiradi «Serpentes» - lotin so'zidan olingan, ma'nosi «Ilon», sirti tekis, yaltirab turuvchi, ilonning terisiga uxshaydi.

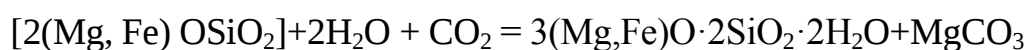
Xrizotil- bu tabiiy mineral bo'lib, agar unga ta'sir ko'rsatilsa mayin va mustahkam tola hosil qilib titiladi. Kislotalarda erishiga qarab asbest serpantin, xrizotil va amfibol gruppalariga bo'linadi. Serpantin gruppaga xrizotil («xrizotilin» grekchadan tarjima qilinsa «oltin soch» degan ma'noni anglatadi)dan tashqari pikrolit, antigorit ham kiradi. Amfibol gruppaga esa- krokodolit, antofolit, amozit, treolit, antipolit kiradi. Asbest-sementli mahsulot olishda asosan xrizotil-asbest ishlatiladi. Lekin bu mineral ilmiy manbalarda batafsil yoritilgani uchun, biz qisqacha ma'lumot bilan chegaralanamiz.

Tabiatda xrizotil mineralini hosil bo'lishini quyidagi kimyoviy tenglama orqali ifodalash mumkin:



Bu suvli magniy silikati bo'lib, xrizotil-asbestning nazariy kimyoviy tarkibiga to'g'ri keladi. Unda 43,46 % MgO, 43,5% SiO₂, 13,04 % H₂O bor. Tabiatda hosil bo'ladigan asbest tarkibida ko'pincha bir element o'rniga ikkinchi element almashgan bo'lishi mumkin, jumladan, Si⁴⁺ o'rniga Al³⁺ va magniy, oz miqdorda uchraydigan Fe²⁺, Fe³⁺, Ca²⁺ va Ni²⁺ va boshqa ayrim birikmalar mineral tarkibida qo'shimcha sifatda kirgan bo'lib, uni ifloslantiradi.

Xrizotil - asbest laboratoriya sharoitida 300-400°C da MgCO₃ bug' va natriy silikat ta'sirida hosil qilinadi. 600°C daforsterit va SiO₂ dan serpantin hosil bo'ladi. Tolasimon xrizotil-asbest 350-400°C bug' va 900 atmosfera bosimibo'lgan muxitda 48 soat ichida va suyuq shisha (natriy karbonli bufer eritmaning rN= 9,4 bo'lishi kerak) orasidagi kimyoviybirikish orqali hosil bo'ladi. Uning kimyoviy formulasi Mg₆(OH)H₂O(Si₄O₁₁). Bunda quyidagi tenglama nazarda tutiladi:



Professor F.V. Siromyatnikov xrizotil-asbest mineralini quyidagi turlarini taklif qilgan:

- 1) α -xrizotil - ko'ndalang - tolasimon xrizotil-asbest
- 2) β -xrizotil - bo'ylama - tolasimon
- 3) γ -xrizotil - betartib - tolasimon.

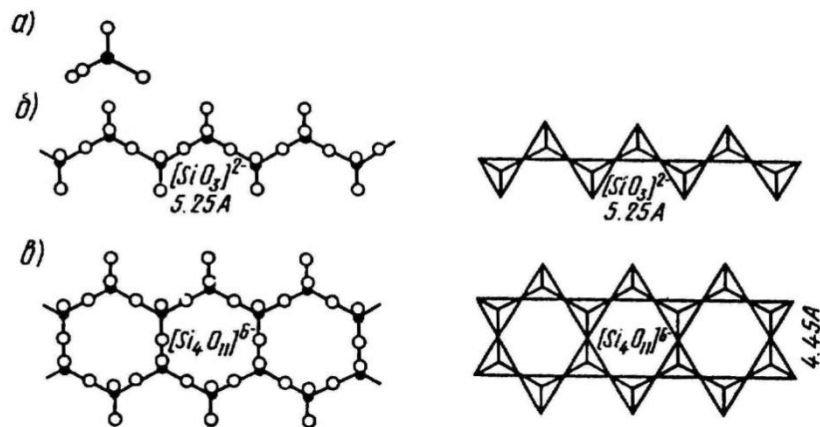
Birinchi va ikkinchi xil xrizotil-asbest tabiatda jilg'a sifatida uchraydi, bunda ko'ndalang - tolasimon xildagi asbestni tolalari u bilan jinsga perpendikulyar joylashgan bo'lsa, bo'ylama tolasimon turi esa bu jins bilan o'tkir burchak hosil qiladi. Betartib tolasimon turi xrizotil-serpantiljinslarning asosiy massasini tashkil qilgan bo'lib unda o'zaro kesishuvchi turli yo'nalishda joylashgan ingichka va kalta tolalardan iborat.

Biz yuqorida aytib o'tgan qo'shimchalar (ya'ni Fe, Mn, So, Ni mineral tarkibida uchrashi) uning rangiga ko'k, sariq va jigarrang tus beradi. Xrizotil asbestga ishlov berib tolalari ayrim-ayrim xolga keltirilsa, uning rangi oq bo'lib qoladi. Xrizotil-asbestning solishtirma og'irligi - 2,34-2,60 g/sm³ ga teng, o'rtacha 2,50g/sm³ deb qabul qilingan.

Sverdlovsk viloyatida joylashgan Bajenovskdan keltiriladigan xrizotil-asbestning kimyoviy tarkibida 42,0% SiO₂; 41,99% MgO, 0,53% Al₂O₃, 1,30% Fe₂O₃, 0,24% FeO va juda oz miqdorda CaO, Na₂O+K₂O uchraydi, bulardan tashqari kimyoviy bog'langan 12,99% H₂O va 1,42% mexanik bog'langan H₂O dan tarkib topgan.

Mineral tarkibidagi suv va uning asosiy material bilan qanday bog'langanligi, asbest xossalarini xamda uning ishlatish sohalarini belgilaydi. Boshqa joylarda uchraydigan asbestminerallari ham tarkibiy qismi bo'yicha bir-biridan keskin farq qilmaydi.

Asbest minerali kristall panjarasining asosini kremniy-kislorod tetraedrlari tashkil etadi (38-rasm).



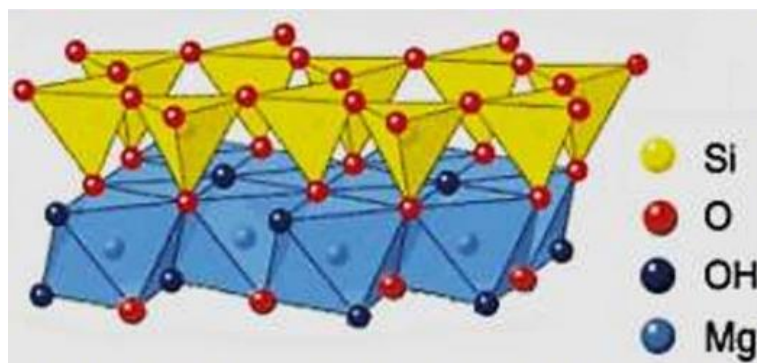
38-rasm. Asbest mineralini kristall panjarasining ko‘rinishi.

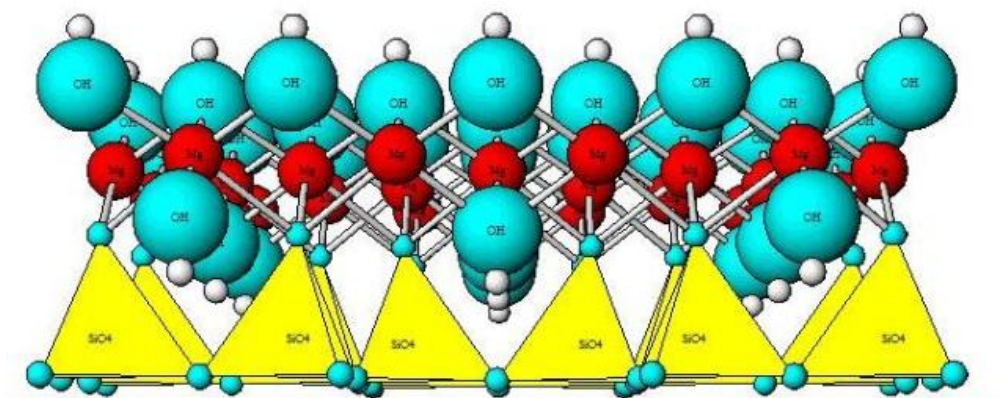
Tetraedrlar o‘zaro umumiy kislorod orqali bog‘lanib -Si-O-Si- bog‘larini hosil qiladi. Bir nechta tetraedrlar birikishi natijasida zanjir hosil bo‘ladi, bunday birikma quyidagi tenglama bilan ifodalanadi $n[SiO_3]^{2-}$, $n \rightarrow \infty$.

Valentligi to‘lmagan kislorod ioni boshqa zanjir bo‘laklari bilan birikib, murakkabroq olti qirrali to‘r hosil qiladi.

To‘r hosil bo‘lsa ham kislorod ionining valentligi to‘yinmagan bo‘ladi va u ikkinchi to‘r bilan birikishi orqali quyidagi paketlarni hosil qiladi, bunda to‘rlar orasidagi bo‘shliqlarda aktiv qatlam – $Mg(OH)_2$ yoki $Al(OH)_3$ birikmalari bo‘lib ular kislorodning manfiy zarrachalarini to‘yintiradi.

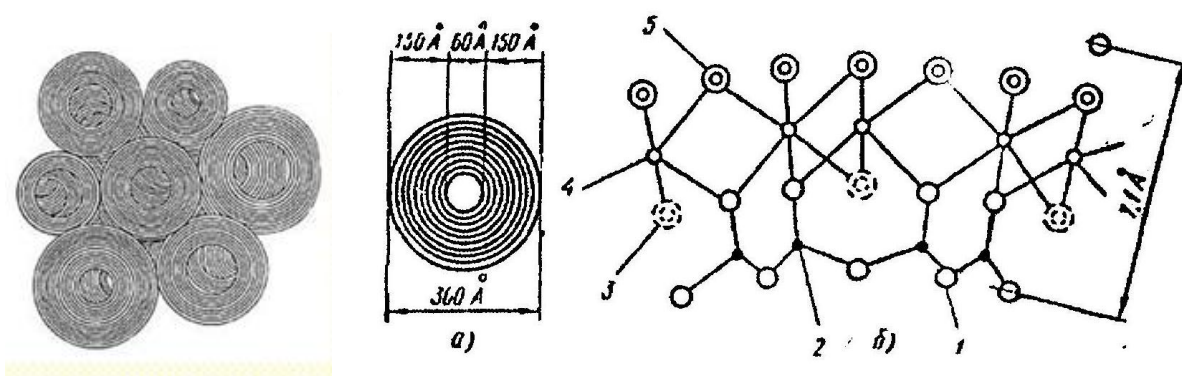
Ikkita to‘rdan va ular orasida joylashgan aktiv qatlamdan iborat paket, kovalent bog‘lar bilan birikkan ion holatdagi panjaradan tarkib topgan bo‘lib, ulardagi ionlarning valentligi to‘yingan bo‘ladi. Paketlar o‘zaro kuchsiz Van-der-Vaals kuchlari bilan bog‘langan (39-rasm), shuning uchun bunday panjarali asbestga ishlov berilsa, u oson aloxida qatlamlarga titilib ajraladi.





39-rasm. Asbest kristall panjarasida tetraedr va oktaedrlarni ikki qatlamli paketli tuzilishi

Xrizotil - asbest mineralini rentgen usuli bilan tekshirilganda uning kristall panjarasi brusit va kremniy-kislorod qatlamlaridan iboratligi aniqlandi. Brusit asosan magniyni suv bilan birikkan aralashmasidan iborat. Bunda magniy ionining o'lchami kremniy ionidan katta bo'lishi paketlarni ma'lum burchak hosil qilib egilishiga va o'zaro zanjir holatda burilishiga olib keladi.

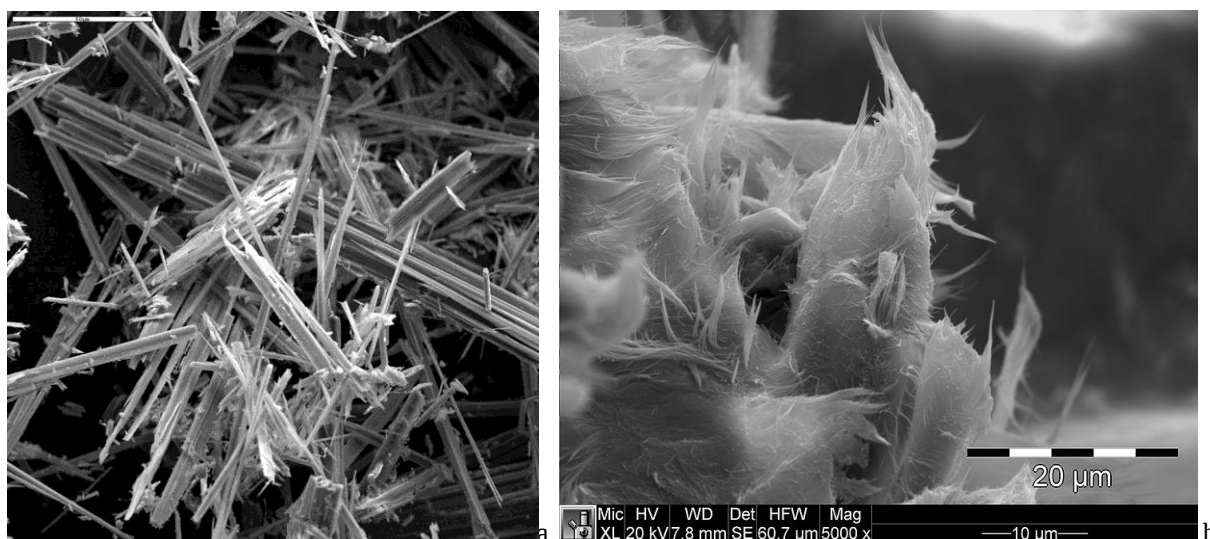


40-rasm. Xrizotil asbestning strukturasi

a) qatlamlarni hosil qiluvchi naychalar, b) serpentin paketning kristallik strukturasi: 1-kislorod atomlari, 2-kremniy atomlari, 3, 5-gidroksil guruhlari, 4-magniy atomlari.

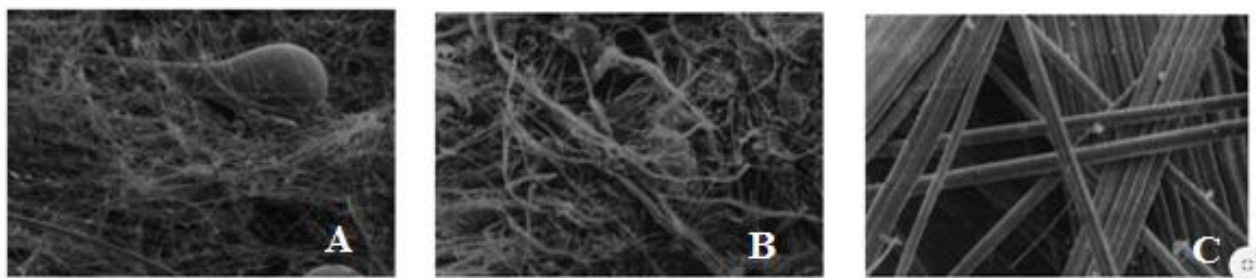
Mikroskop ostida kuzatilganda (41-rasm), titilgan xrizotilda optik mikroskopning ruxsat etilgan chegarasiga yaqin bulgan, ya'ni 0,0008 mm ega bulgan tolalar mavjudligi anik bo'ladi. Ingichkanligi undan xam kichik bo'lgan tolalar mavjudligini tajriba yoli bilan aniqlash imkoniyati bulmaganligi uchun ko'pchilik tadqiqotchi va xrizotilning bilimdonlarida uning yanada maydaroq titkalanishiga

shubxa uygotlanligi sababli, adabiyotlarda ko'pincha, xrizotil tolalarining ingichkanligi 0,0008 mm deb ko'rsatiladi. Bu masala elektron mikroskopda o'z ifodasini topgan. Elektron mikroskopining tuzilishi oddiy optik mikroskopnigiga uxshash bulib, farqi unda yorug'lik nurlari elektron oqimi, optik linzalar esa elektromagnit linzalar bilan almashtirilgan. Elektron mikroskoplarda tasvirlarni 50 ming martagacha kattalashtirish mumkin. Xrizotilning asosiy xususiyati uning xuddi paxta singari ingichka tolali massaga titilishida bo'lib, ilgari Uralda qo'llanib kelgan ikkinchi nomini, ya'ni xrizotil asbest deb atalgan.



a - antofillit-asbest; b- xrizotil-asbest bitumdagi kristallari.

41-rasm. Antofillit-asbest va xrizotil-asbest kristallari skanerli elektron mikroskopda (SEM) ko'rinishi.



42-rasm. Turli hil tolalarning SEM taxlilda ko'rinishi:

a-mineral tola - 250x, b -asbest tolasi - 500x, c- shisha tola - 250x.

Xrizotil va uning xossalari

Mahsulot tarkibiga uning choʻzilishdagi mustahkamligini oshirish uchun asbest qoʻshiladi, shuning uchun asbestning choʻzilishga mustahkamligi uning asosiy xossalardan biri hisoblanadi. Asbest tolasining mustahkamligi tekshirish uchun olingan boʻlakni qanday holatda boʻlganligiga bogʻliq. Shuning uchun buzilmagan, ishlatishga tayyor va titkilanib ajratilgan asbestning mustahkamligi har xil boʻladi. Buzilmagan asbestni P.N. Sokolov va F.B. Siromyatnikov tekshirganida, asbest choʻzish davomida tarang material sifatida koʻrsatishini aniqladilar. Titkilanib ajratilgan asbestning mexanik qattiqligi buzilmagan, ninaga oʻxshash tolalalardan ancha past boʻladi. Choʻzilish davrida kalta oʻlchamli tolalar uzilgandan soʻng, qolgan tolalarga tushayotgan kuchlanishning taʼsiri borgan sari ortadi. Chunki bunda tolalar orasidagi boʻlgan, fibrallararo bogʻlanishning buzilishi tufayli har xil mustahkamlikka ega boʻlgan tolalar hosil boʻladi va ular oʻz birliginiyoʻqotadi. Tabiatda asosan uchxildagi elastiklikli tolalari boʻlgan xrizotil-asbest uchraydi. Oʻrtacha, yarimsinuvchan va sinuvchan xillarining mustahkamligi har xil boʻladi, bunda oʻrtachasi qolgan turlariga nisbatan oʻzining birinchi holatdagi mustahkamligini saqlab qoladi. Tolalarning oʻzaro boʻlinishi hamtaxminiy.

Xrizotil-asbest tolasining mexanik mustahkamligi ikkita kattalik bilan belgilanadi - elastiklik moduli - bu uning tarangligini va zarbaviy kuchga boʻlgan qarshiligini bildiradi, ikkinchisi esa uning choʻzilishga boʻlgan mustahkamlik chegarasidir. Elastiklik moduli materialni choʻzilishga boʻlgan qarshiligini belgilaydi. Bu kattalik qanchalik katta boʻlsa, tola unga taʼsir koʻrsatayotgan kuch ostida shuncha kam choʻziladi.

Elastiklik moduli quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$E = \frac{P \cdot l}{\Delta l \cdot S}$$

bu erda: P – ogʻirlik kuchi, kgs/sm²;

l- tola uzunligi, sm;

Δl - tola kuch ta'sirida cho'zilish;

S- tolaning kesim yuzasi, sm^2 .

Asbestni buzilmagan tolalarining elastiklik moduli $1,75-1,95 \cdot 10^4 \text{ kgs/sm}^2$ teng.

Tolaning cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi og'irlik kuchining ta'sirida uzilgan tolaning kesimyuzasiga bo'lgan nisbat bilan belgilanadi: $P/S = \text{kg/sm}^2$.

Bu kattalik tolaning uzunligiga bog'liq va o'rtacha 32000 dan 54000 kg ks/sm^2 yoki 3200-5400 MPa gacha, buzilgan tolalarniki esa 20-30% kam bo'ladi. Boyitish fabrikalarida tayyorlangan asbestning tolasini mustahkamligi 800 MPa, unga ishlov berilgandan so'ngbu kattalik 700 MPa bo'ladi, ya'ni kamayadi. Srunda ham titkilanib ajratilgan asbest tolasining mustahkamligi eng yaxshi po'lat armaturalar mustahkamligidan qolishmaydi. Asbest tarkibidagi MgO va kimyoviy bog'langan suvning miqdori kamaysa Feva SiO_2 miqdori ortsa, asbestning mustahkamligi 30-40 % ga kamayadi, natijada u 2-3 marta bursalsa sinadi.

Tayyor asbestda asbest tolasining kesim yuzasi katta bo'lib, 15-20 va 25-30 m^2/g teng. Tolaning adsorbsion aktivligi yuqori bo'lishini ana shu birlik belgilaydi. Ayniqsa ishqoriy er metallarining gidrooksidlari yaxshi adsorbsiyalaydi.

Adsorbsiya - bir moddani (suyuqlik yoki gazdagi ikkinchi moddani) o'z yuzasiga singdirishni ifodalovchi xususiyatdir. Asbest yuqori adsorbent bo'lishiga sabab, unga titkilash orqali ishlov berilganda kesim yuzasi katta bo'lgan mayda tolalar hosil qilishidadir. Shuning uchun u sement materialini juda ko'p donalarini o'z yuzasida ushlab qoladi va suv bilan birgalikda qaymoqqa o'xshash omixta hosil qiladi. Bu esa asbest tolasini asbest-sement omixtasida bir tekis tarqalishini ta'minlaydi va undagi ortiqcha suvni yo'qotib, to'r silindr yuzasida ma'lum namlikka ega bo'lib, tarkibida asbest va unga o'tirib qolgan sement zarrachalaridan iborat qavatni vujudga keltiradi.

Gipsni sementga qo'shish, asbest sement qotishda ajralgan ohakni o'ziga singdirishini kuchaytiradi. Asbest tolasini havodagi namni ham o'ziga singdirish xususiyatiga ega. Bunda suvni singdirish asbestni titkilanishi qanday darajada ekanligiga bog'liq va o'rtacha 2,7% dan 5% gacha bo'ladi. Asbestni siqib ajratib

olingan suvli eritma ishqoriy muhitga ega bo'lib pH-10,33 tengdir.

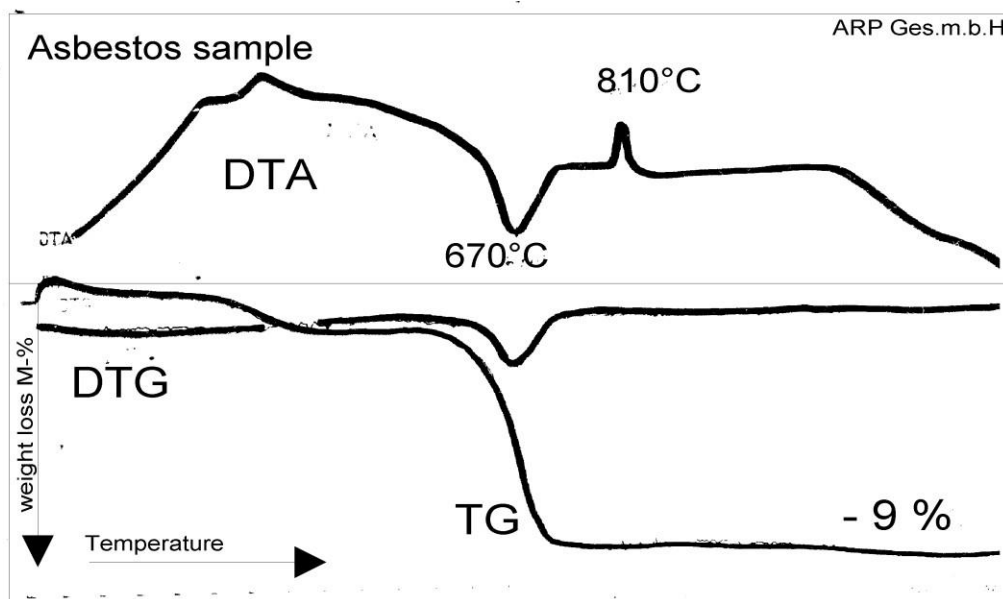
Xrizotil-asbest suvli yoki ishqoriy suyuqliklarda ushlansa bo'kadi. Bo'kish asbest tolasi uzunligi kamaygan sari oshadi. Natijada uning adsorbsion qobiliyati yanada ortadi. V.A. Naumov tekshirishlar asosida eng kichik asbest tolasiham yanada kichik tolachalardan iborat ekanligini aniqladi. Ana shu tolachalarning ayrimlarida kichik o'lchamdagi darz ketgan bo'laklar bo'ladi va shu joyga asta-sekin ohak suyuqligikirib qoladi. Suyuqlikning yupqa qatlami darz ketganjoylar devorini kuch bilan itaradi, natijada bu tolachaniqolgan tolachalar bilan bog'lanishi buziladi va yangi yuza hosil bo'ladi. Umuman ohak suyuqligi tolachalaning ichiga kirib borgan sari, tolaning diametri kattalashadi. Boshqacha qilib aytganda tola bo'kadi. Bu jarayon tolachalarda mavjud bo'lgan barcha mitti darz joylar suyuqlik bilan to'lmaguncha sekin-asta davom etaveradi.

Asbest o'ziga $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yutishi natijasida, uning suyuqlikdagi miqdorini kamaytiradi, shuning uchun sementning gidratlanishi va qotishi asbest-sementda beton va boshqa qorishmalarga qaraganda tez ketadi.

Xrizotil-asbest kislota ta'siriga chidamsiz chunki uning tarkibiga kiruvchi magniy oksid kislota da eriydi. Qolgan kremniy o'zagi mustahkam emas va juda engil mayda o'lchamli unsimon moddaga aylanadi. Xrizotil-asbestni kislota ta'siriga chidamsizligi asbest-sement buyumlarining sifatiga ta'sir ko'rsatmaydi, chunki aralashma tarkibidagi sementning kislota ta'siriga chidamliligi yuqori bo'lishi shu kamchilikka barxam beradi. Lekin xrizotil-asbest ishqor ta'siriga eng chidamli minerallardan biridir. Buning muhim tomoni bor, chunki portlandsement qotayotganida ko'p miqdorda $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ishlab chiqadi. Asbestni adsorbsiya xususiyati yuqori bo'lganligi tufayli u $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ni yutadi, bu esa asbest va sementning o'zaro mustahkam birikishiga olib keladi va sementning qotishini tezlashtiradi.

Yuqori haroratda asbest yonmaydi, lekin u parchalanadi va undagi mexanik va kimyoviy bog'langan suv bug'lanish orqali ajraladi. V.M. Siromyatnikov o'tkazgan tekshirishlar natijasida asbest 100°C da qizdirilganda 67% mexanik bog'langan suv bug'lanishi aniqlangan, buni asbest mineralini DTA yordamida hosil qilingan egri

chiziqlarida birinchi endotermik effekti sifatida hosil bo'lishi ham ko'rsatadi (43-rasm).



43-rasm. Asbest mineralini DTA/TG egri chiziqlari

Agar asbest 660-810°C da qisqa muddatda qizdirilsa uning tarkibidagi kimyoviy bog'langan suv bug'lanadi va DTA egri chizig'ida ekzoeffekt hosil bo'ladi. Suvning bug'lanishi asbest tolasiga xos bo'lgan egiluvchanligini va mexanik mustahkamlikni keskin kamayishga olib keladi va u qayta tiklanmaydi. Mana shu haroratdan keyin asbest forsteritga - magniy silikat birikmasiga aylanadi va DTA egri chizig'ida ekzoeffekt hosil bo'ladi. Bug'lanish jarayoni batamom tugagandan so'ng asbest tolasini juda ham mo'rt bo'lib - oson maydalanadi, 1550°C da esa asbest eriydi.

D. Voloxov asbest minerali harorati 550°C ga ko'tarilsa ham o'z massasini o'zgartirmasligini aniqladi. Lekin qizdirish asbest tolasini mustahkamlashga ta'sir ko'rsatadi, jumladan harorat 420°C bo'lganda uning mustahkamligi 44% ga kamayadi.

Xrizotil-asbestga xos xususiyatlardan yana biri uni ma'lum darajagacha qizdirilgandan so'ng suv ta'sir etilsa, o'z mustahkamligini tiklaydi. 220°C gacha qizdirilgandan so'ng suv ta'sir ettirilsa to'liq qayta tiklanadi. 320°C 20%, 370°C da esa fakat 10% qayta tiklanadi. 420°C gacha qizdirilganda esa yo'qotilgan

mustahkamlik tiklanmaydi.

Qizdirish davomida tolalar orasidagi bog‘lanish kamayadi, bu esa uning titkilanib ajralish qobiliyatini oshiradi, bundan tashqari qizdirilganda yo‘qoladigan mustahkamlik va qizdirilgan asbest titkilanib ajralish darajasi orasida o‘zaro bog‘lanish bor.

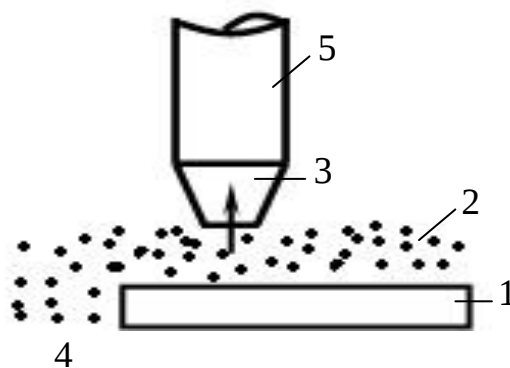
Bug‘li muhitda 500°C gacha qizdirilganda xrizotil-asbest parchalanadi va forsterit va talk mineralini hosil qiladi. Asbestning issiqlik o‘tkazish koeffitsienti 0,25-0,41 Vt/m°C teng, tolalari uzun titkilanib ajralgan asbestni bu kattaligi massasiga bog‘liq va xajm massasi oshishi bilan issiqlik o‘tkazish koeffitsienti xam oshadi. Asbest 600-700°C da qizdirilsa uning issiqlik o‘tkazish koeffitsienti 20-30% kamayadi.

Konda xrizotil-asbest ochiq usulda qazib olinadi. Xrizotil-asbest kengligi 150 dan to 1500 m, chuqurligi 50 dan to 1000 metr o‘zgarib turuvchi maydonni egallaydi. Jins massasidan o‘rtacha 3-8% xrizotil-asbest olinadi. Asbest boyitish orqali olinganda, jins birin-ketin takroran bo‘laklarga bo‘linadi va har gal hosil bo‘lgan tolalarni harakatlanib turuvchi saralagich surib olish va siklonlarga cho‘ktirish orqali olinadi. Boyitilgan asbestli jins quyidagi tartibda amalga oshadi:

I. Jins o‘lchami taxminan 25 mm bo‘lgan bo‘laklarga kelguncha 2-3 marta maydalanadi. Birinchi gal konussimon yoki jag‘li maydalagich ishlatiladi. 2- va 3 galda esa faqat konussimon maydalagichdan foydalaniladi;

II. Jinsni quritish, asosan quritish barabanlari yoki shaxtasimon quritgichlarda o‘gkaziladi;

III. Yana xam maydaroq bo‘laklarga ajratish 4-5chi bosqichda olib boriladi. Birinchi bosqichda bo‘laklarga ajratish konussimon va bolg‘ali yoki to‘qmoqli o‘tkaziladi. Keyingi bosqichda, asbestni kaltarok tolalarini ajratib olish uchun ichida aylanuvchi plankasi bor gorizontal maydalagich ishlatiladi. Har qaysi bosqichdan so‘ng jins harakatlanuvchi saralagichga (I) kelib tushadi. Ajralgan tolalar (2) harakatlanuvchi saralagich ta’sirida yuqoriga ko‘tariladi va jins ostiga (4) joylanadi (44-rasm).



44-rasm. Harakatlanuvchi saralagich

Saralagichdan keyin jinsning yoʻnalishiga perpendikulyar qilib kichik teshigi (3) bor temir konussimon naycha (5) oʻrnatilgan. Konussimon naycha siklon, eksgauster va chang yigʻuvchi kamera bilan birlashgan. Eksgauster hosil qilgan siyraklashish tufayli tashqi havo naychaga soʻriladi. Havooʻzi bilan asbest tolani olib kiradi, tola esa siklonda qoladi, kalta oʻlchamli tolali asbest tutiladigan chang havo bilan birga eksgausterdan oʻtib chang tutuvchi kameraga kelib tushadi.

IV. Asbestni tozalash. Siklondagi chang qisman maydalangan jins va asbest tolalari saralanib tozalanadi.

V. Tolalarning uzunligi boʻyicha, birinchi bosqichda boʻlaklarga ajratiladi va surib olish orqali eng uzunlari olinadi. Oxirgi bosqichda tolalarni ajratish baraban xilidagi elaklardan oʻtkaziladi.

01.12.2016 yilda kiritilgan Davlatlararo 12871-2013 «Xrizotil. Umumiy texnikaviy shartlar» davlat standartiga koʻra 8 navga va 39 xilga tola uzunligi, chang miqdori, tolasi uzunligi 0,071 mm dan kam boʻlganlarini miqdori boʻyicha ajratiladi.

Asbest tolasining oʻrtacha uzunligini ikkita koʻrsatkich belgilaydi - elakdan oʻtkazilgandan keyingi olingan raqamlar va tolalar teksturasi. Asbest tolasi qay darajada titkilanib ajratilganiga qarab, asosan 4 teksturali gruppalar mavjud: qattiq, yarim qattiq, yumshoq va har xil teksturali asbest. Ular tegishlicha quyidagi harflar bilan ifodalanadi: Q, E, Yu, K.

Q - asbest asosan buzilmagan tolalardan va ezgʻilangan, lekin tolalar orasida

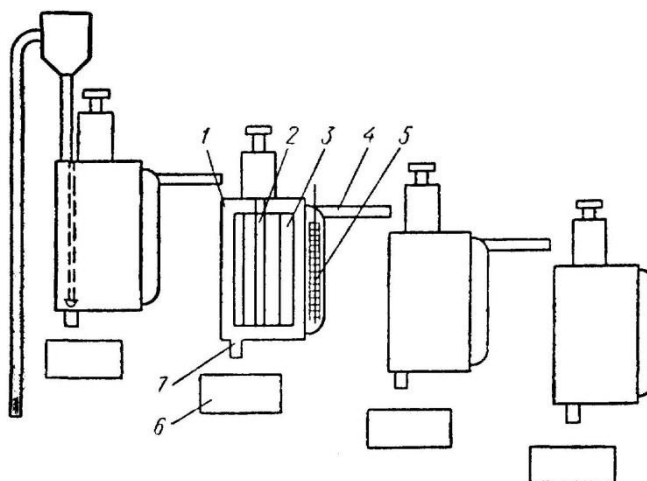
bo‘lgan bog‘lanish saqlanib qolgan va o‘zaroparallel bo‘lgan tolalari bor xili.

E - ezg‘ilangan tolalardan tarkib topgan.

Yu - ninasimon uzun tolalari yo‘q, asosiy massasi paxtaga o‘xshab titilgan tolalardan iborat.

K - har xil aralash omixta va boyitish fabrikasini chang yig‘ish kamerasida cho‘kib hosil bo‘lgan mahsulotdan tarkib topgan.

Tolalarning teksturasi asbestni tuzatib ajratuvchi moslamada aniqlanadi, yanada ham aniqroqqilib xillarga ajratish uchun gidroklassifikatordan foydalaniladi. U tuzilishi jihatidan 4 ta bir-biriga kirib turuvchi doirasimon bochkalardan iborat. Har bir bochkada vertikal taroqli aralashtirgich (2) bor, uning aylanish tezligi 500 aylan/min. Har bir bochkada vertikal elaklar o‘rnatilgan (5). Har bir elak teshiklari kvadrat tuzilishdagi to‘rlardan tashkil topgan. Ularning o‘lchami yuqoridan pastga qarab quyidagicha o‘zgaradi: 4,699, 1,168, 0,417, 0,147 va 0,071 mm. To‘rlar va aralashtirgich orasida ajratuvchi (3) to‘sqichlar bor, ular elakning tag qismigacha etmaydi va asosan massani uyurmalanishidan saqlaydi (45-rasm).



**1-rezervuar, 2-taroqli aralashtirgich, 3-to‘sqichlar, 4-perelivnoy jelob,
5-vertikal elaklar, 6-filrlash chashkasi, 7-to‘kish trubkasi**

45-rasm. Gidroklassifikator

Aniqlashni sarf bo‘ladigan suvning miqdorini topishdan boshlanadi. Hajmi 11

l/min, suv - I to'rdan 4 chi to'rga quyilib o'tadi. Eng yuqorigi elakka asbest atalasi quyiladi tarkibida 10 g asbest va 1000 ml. suvga to'g'ri keladi. Asbestni yuvish jarayoni 20 min. davom etadi. Bunda elakdagi to'r teshikchalaridan o'lchami katta bo'lgan tolalar tutib qolinadi. Crang va o'lchami kichik tolachalar oxirgi elakdan so'ng maxsus yig'uvchi moslamaga kelib tushadi.

Gidroklassifikatsiyalash tugagach, elaklarda hosil bo'lgan asbest atalasini tindirib har bir elakda qancha miqdorda va qaysi xildagi tola borligi aniqlanadi. Asbest xillarini o'rtacha 500 gramm miqdordagi namunani elaklovchi moslamada topilgan natija orqali ifodalanadi. Moslama to'rlarining o'lchami har xil va u 1 minutda 300 ta tebranuvchi harakatqiladi. To'rlar 2 ta bo'lakdan tarkib topgan bo'lib, har bir bo'lak o'z navbatida 3 ta to'rdan iborat: I- to'r teshiklari 12,7 mm, ikkinchisiniki 4,8 mm va uchinchisiniki 1,35 mm. Ikkinchi bo'lakdagi to'rlar o'lchami 0,7; 0,4 va 0,25 mm bo'ladi.

Tolalarni uzunligi bo'yicha ajratish uchun I-bo'lakdagi to'rlarda 8 minutdan elanadi, keyin esa ikkinchi bo'lakda 5 minut elanadi. Eng pastki qismida yig'ilgan massani olingan namuna miqdoriga nisbati foizda taqqoslanadi. Bu asosan chang miqdorini beradi. Cangni miqdori birinchi bo'lakdagi 3- to'r va ikkinchi bo'lakdagi 1,2,3 - turlarda yig'ilgan massani namunani massasiga nisbatan foizda taqqoslash orqali topiladi.

Korxonalarga kelib tushadigan qopli asbestdagi harflar tola teksturasini, birinchi raqam - navni, oxirgi sonlar - qoldiq foizini bildiradi. Tayyor mahsulot sifatidagi asbest tarkibiga har xil o'lcham va ko'rinishidagi zarrachalar va agregatlar kiradi.

Tolalarga ko'rsatiladigan ta'sir, ularga boriladigan ishlov miqdoriga qarab, tola ninalaridan, tuzilishi va o'lchamlari bilan farqqiluvchi zarrachalar hosil bo'ladi. Qisqa vaqt ichida ishlov berilsa asbest ninalarining aylanma o'lchami 80-100 mkm bo'lgan to'g'riburchaksimon taramlarga aylanadi. Ko'proq vaqt ishlov berilganda esa o'zaro bo'sh bog'langan to'lalarni ajrashga, ularni maydalanishi tufayli elpig'ichsimon ko'rinishdagi taramlarni hosil qiladi. Zarrachalar ko'ndalang kesimi yuzasini kamayishi, ularning egiluvchan kuchlarga nisbatan qarshiligini kamayishiga

olib keladi.

Tolaning elastikligi titkilab ajratilgan asbestning ninasimon bo‘linishidan hosil bo‘lgan yarimta bo‘lagini mustahkamligi kamayishini aniqlash orqali aniqlanadi. O‘rtacha namunaning turli joylaridan, buning uchun 1,2,3-sort asbest olinadi, 10 tadan ninasimon tola olinadi, ularning ko‘ndalang o‘lchami 1,5 mm bo‘lishi kerak. Har bir ninani 10 marta 90°ga ikki tomonga bukiladi va keyin esa barmoqlar orasida cho‘ziladi - bunda ular uzilmasligi kerak.

Yumshoq xildagi asbest tarkibida bo‘lingan tolalar bo‘lmaydi, chunki uning tarkibiy qismi asbestni boyitish jarayonida vujudga keladi va bunda bo‘linuvchi tolalar maydalanib eng kichik asbest tarkibiga o‘tadi.

Amfiboll asbest. Sanoatda xrizotil-asbestdan tashqari amfiboll asbest turi ham ishlatiladi. O‘z kimyoviy tarkibiga ko‘ra u magniyva kalsiyli silikatlarining suvli birikmasidan iborat. Ularda ko‘proq va oz miqdorda qolgan asosiy oksidlar hamda suv bo‘ladi.

Amfibolli asbest tarkibida krokidolit, amozit, antofillit, tremolit va aktinolit bo‘ladi. Bular xammasi to‘g‘ri tolasimon teksturali bo‘ladi, ya’ni ularning eng mayda tolasi o‘zaro parallel va xrizotilli asbestga qaraganda kislota ta’siriga chidamliligi bilan ajralib turadi, bu esa undan kislotaga chidamli matolar, filtr tayyorlashga imkon beradi.

Amfibol – «amfibolos» grek so‘zidan olingan, ya’ni «ikki ma’noli», «aniq emas» degani – o‘zgaruvchan murakkab tarkibi uchun.

Amfibol asbest 5 ta turga ajratiladi:

1-amozit – jigarrang – grunerit; 2-krokidolit – ko‘k – ribekit; 3-antofillit – kul rangida; 4-tremolit; 5-aktinolit .



11- jadval. Turli asbest minerallarini kimyoviy tarkibi

Komponentlar	Xrisotil		Antofillit		Tremolit		Krokidolit	
MgO	3	43,0	5	23,8	5	24,5	-	-
SiO ₂	2	44,1	8	57,0	8	58,9	8	49-57
CaO	-	-			2	13,8	-	
FeO	-	-					3	40
Fe ₂ O ₃	-	-	2	17,1			2	
Na ₂ O	-	-					2	2-8
H ₂ O	2	12,9	1	2,1	1	2,8	1	2-4
g/cm ³	2,0-2,6		2,8-3,2		2,9-3,0		3,0-3,4	

Qo‘llanishi: 1-anʼanaviy defetsit materiallar va metallar o‘rnida ishlatishda; 2-konstruktion – issiqlik izolyasion materiallar va konstruktion materiallar sifatida.

Amozit boshqalardan tolasini uzunligi 250 mm bilan ajralib turadi. Rangi oq, yashil, bo‘g‘iq yashil bo‘ladi.

Antofillit - asbestoʻz tarkibiga koʻra amozitga yaqin - bunda magniy oʻrniga temir almashgan boʻlishi mumkin. Rangi och kulrang. Erish temperaturasi 1150-1340°C, tola uzunligi 50 mm, tolalari qattiqqiyinlik bilan titkilanib ajraladi. Kislotaga chidamli boʻlgani uchun kimyo sanoatida ishlatiladi.

Tremolit ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 5\text{MgO} \cdot 8\text{SiO}_2$) va aktinolit tabiiy jinslarda temir xolda uchraydi. Magniy oʻrtacha 5% gacha ikki valentli temir bilan almashgan boʻlsa, u aktinolitli asbest deb ataladi. Rangi oq-kumush boʻlib qisman yashil rangda tovlanadi. Tolasining mexanik qattiqligi yuqori boʻlmagani uchun sanoat miqyosida hozircha ishlatilmaydi.

Sementlar. Xrizotilsementli buyumlar xom ashyosining ikkinchi vakili - portlandsement boʻlib, u oʻzining tarkibi, kuydirish jarayoni, maydalanish darajasi, qotishi kabi xossalari bilan tayyor mahsulot olishda muhim oʻrin tutadir

Portlandsement tabiatda keng tarqalgan ohaktosh va gilsimon jinslardan, yaʼni

tarkibida ko'p miqdorda kalsiy oksid va kremniy, alyuminiy, temir oksidlari bo'lgan materiallar aralashmasidan tayyorlanadi. Bundan tashqari uning tarkibiga MgO , TiO_2 , P_2O_5 , SO_3 , ishqoriy metall oksidlari ham kiradi. U moddalar ma'lum darajada portlandsement xossalarini o'zgartiradi

Yuqori sifatli sement olish uchun, xamma CaO klinker tarkibidagi boshqa oksidlar bilan (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3) o'zaro birikmalar hosil qilgan bo'lishi kerak. Klinker tarkibidagi CaO erkin yuqori temperatura ta'sirida ham juda sekin so'nadi, bu jarayon sement qotib, yuqori mexanik mustahkamlikka erishgandan so'ng ham davom etadi, natijada, undan tayyorlangan buyumlarda darz paydo bo'ladi.

Asbestsementli buyumlarda CaO miqdorini ko'p bo'lishi beton buyumda sodir bo'ladigan kamchiliklarga olib kelmaydi, sababi sement zarrachasi asbest tolalari bilan aralashib ketgan. Lekin CaO miqdori juda xam ko'p bo'lsa, asbest sementli buyumlarning mexanik mustahkamligini kamaytiradi va suv yutish xususiyatini oshiradi. Shularni hisobga olib klinkerdagi TK ning miqdorini 0,95 dan oshirmaslikka harakat qilinadi.

Ikkinchi asosiy komponent bu SiO_2 . Uning miqdori klinker tarkibida C_2S va C_3S hosil bo'lishga ta'sir ko'rsatadi. C_2S va C_3S ko'p bo'lsa, sementning mustahkamligi oshadi, vaqt o'tgan sari mustahkamlik yana ham ortib boradi.

C_3S asbest tolasini C_3A va C_4AF qaraganda ko'proq va maxkamrok bog'laydi. Shuning uchun bu mineral ko'p bo'lgan sementdan tayyorlangan asbest mahsulotlar C_3A va C_4AF ko'p bo'lgan sement asosida olingan asbest mahsulotlardan o'z xossalari bo'yicha yuqori turadi.

C_3S sement tarkibida ko'p bo'lsa, u tez qotadi, katta issiqlik chiqaradi, mustahkamlik qotish davrining boshidan boshlanib, keyinchalik kamayadi. U sulfat tuzlar ta'siriga chidamli bo'ladi. Asbest sementli buyumlar olishda tarkibida alyuminat ko'p bo'lgan portlandsement ishlatilmaydi. Temir oksidini xom ashyo tarkibida bo'lishi, kuydirish temperaturasi pasaytirishga imkon beradi, uning miqdori ko'p bo'lib, alyuminiy oksidining miqdori kam bo'lsa, bunday sement sulfat ta'siriga chidamli bo'ladi.

MgO kuydirish jarayonida xom ashyodagi qolgan oksidlar bilan reaksiyaga kirishmaydi, balki erkin xolda periklaz minerali tarkibida bo'ladi, kuydirilgandan so'ng u suv bilan juda ham sekin birikadi, lekin bunda uning xajmi oshadi, bu esa o'z navbatida sementda kuchlanashni vujudga keltiradi va u asosida tayyorlangan qurilmani buzilishiga olib keladi. Asbest-sement tarkibida MgO ko'p bo'lsa, u asosida tayyorlangan mahsulot ma'lum vaqtdan so'ng ishdan chiqishim mumkin.

Klinkerdagi MgO miqdori 2,5% dan 3,5% gacha oshsa, asbest sement omixtasini sizib o'tishiga qarshilik ko'rsatuvchi koeffitsienti ortadi, listlarning bukilish mustaqilligi 30% ga kamayadi.

Qolgan komponentlar, masalan SO_3 ning miqdori ham 1,5% kam bo'lmasligi kerak. SiO_2 asosan gips tarkibida bo'lib, sementni qotish vaqtini boshqarish uchun klinkerni maydalash jarayonida taxminan 3,5% qo'shiladi. SO_3 miqdori ko'p bo'lsa, u kalsiy gidroaluminat bilan birikib, kalsiy gidrosulfataluminat hosil qiladi. Natijada sementtoshning xajmi ortadi. Agar SO_3 miqdori 1,5% kam bo'lsa, unda asbest sement buyum, C_3A miqdori ko'p bo'lganda, juda sekin qotadi. Shuning uchun SO_3 miqdorini 1,5% kamaytirish kerak emas. TiO_2 klinker tarkibiga giltuproq bilan birga qo'shiladi, natijada agar 5% bo'lsa sementning xossalari o'zgaradi, ya'ni uning mustahkamligi oshadi, klinker minerallarining hosil bo'lishini tezlashtiradi. Klinker tarkibida ishqoriy metallar xam chegaralangan miqdorda bo'lishi kerak, sababi ular qotish muddatiga ta'sir ko'rsatadi, qotgan sementda oq dog'lar paydo bo'lishiga olib keladi. Ularning miqdori 1% ortmasligi kerak.

Klinker tarkibida P_2O_5 ning miqdori 1,5% dan oshgan bo'lsa, sementning qotishi sekinlashadi.

Asbestsement olishda ishlatiladigan portlandsement quyidagi talablarga javob berishi kerak:

- ✓ C_3S miqdori 50% dan kam bo'lmasligi kerak;
- ✓ C_3A miqdori 8% dan ko'p bo'lmasligi kerak;
- ✓ CaO erkin miqdori 1% dan ko'p bo'lmasligi kerak;
- ✓ SO_3 miqdori 1,5% dan kam va 3,5 % dan ko'p bo'lmasligi kerak.

Odatda asbest-sement buyumlar olishda markasi 400-500 bo'lgan sementni ishlatish mumkin. Bunda sement xossalarini yaxshilash uchun 3 foizdan oshmaydigan miqdorda va sement klinkerini maydalanishini engillashtirish uchun 0,5 foiz atrofida ko'shimcha moddalar qo'shiladi. Elash uchun olingan jami klinkerning kamida 88% va ko'pi bilan 93% №008 mm li elakdan o'tishi kerak. Qotish davri I soat 30 minutdan oldin boshlanishi, tugashi esa 12 soatdan kech bo'lmasligi kerak. Portlansementdan tashqari asbestsementli mahsulotlar olishda qumli tsementdan ham foydalaniladi. Qotib ulgurmagan buyumlarga avtoklav va bug'latish kameralarida ishlov beriladi.

Qum aralashtirilgan sement tarkibidagi C_3S miqdori 50% ortiq, C_3A - 8% dan kam bo'lishi kerak. Xom ashyo sifatida olingan qumning tarkibida SiO_2 miqdori 87%, Na_2O hamda K_2O ning miqdori 3% gultuproq esa 10% bo'lishi kerak. Bunday sement qum va sementni birga yoki alohida maydalash orqali tayyorlanadi. Sementdagi qumning miqdori 38-54% bo'ladi. Uning solishtirma yuzasi as 3200-3800 sm^2/g teng bo'lishi kerak.

Sementning maydalanish darajasi sifatli asbest-sementli mahsulot olishda muhim ahamiyatga ega. Sababi asbest tolalari titkilanib ajratilgandan so'ng, o'ta mayda tolachalardan iborat yuza hosil qiladi, shunda sement donalari, mana shu tolachalar yuzasidagi oraliqni to'ldirgan bo'lishi kerak. Buning uchun albatta sementning maydalanish darajasi yuqori bo'lishi kerak, ya'ni sement donachalaridan tarkib topgan solishtirma yuzaning qiymati sement balan suvni birikish tezligini belgilaydi, demak sementning bog'lanish xossalarini ifodalaydi.

Agar sementning solishtirma yuzasi 2000 dan 4000 sm^2/g va unda 61,1% C_3S va 4% C_3A bo'lsa, sizib o'tish qarshilik koeffitsienti 2 marta oshadi. Sement tarkibida o'lchovi 10 mkm bo'lgan donachalar miqdori 20-23% oshgan bo'lsa, asbest-sementli omixtaning sizib o'tish xususiyati yomonlashadi, asbest-sement qavatni suv tutib qolish xususiyati ortadi, asbest-sement xajmi kamayadi. Asbest-sement buyumlar olishda sementning turi, maydalanish darajasi va mineralogik tarkibi muhim ahamiyatga ega.

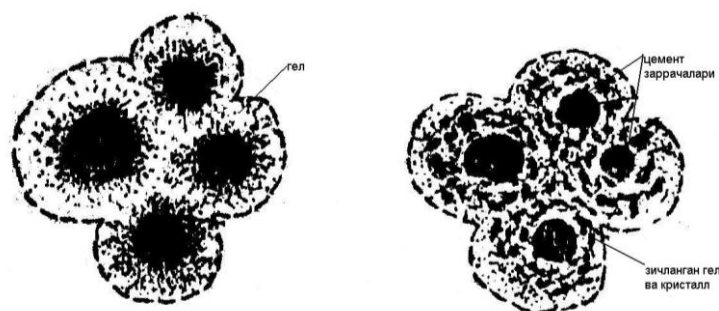
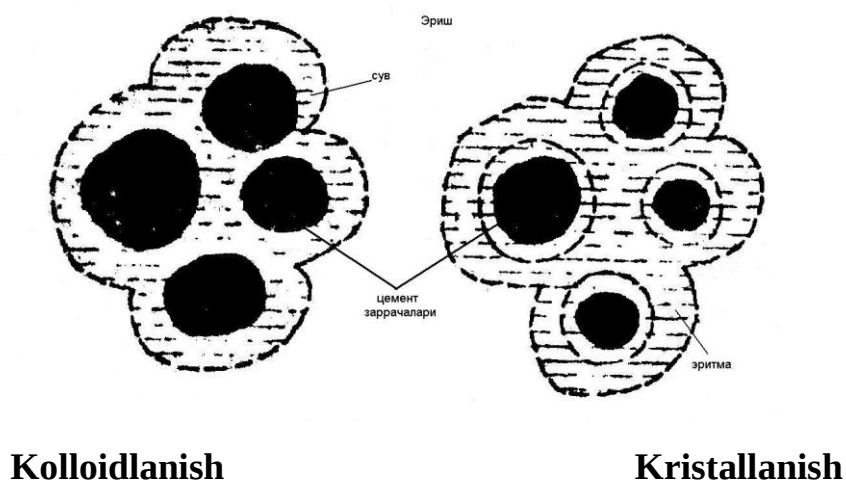
Portlandsementga xos bo'lgan, suvni tutib qolish xususiyati ham asbest-sementli buyumlar olishda muhim ahamiyatga ega. Agar bu qiymat ortsa, asbest-sement omixtani sizib utish jarayoni yomonlashtiradi, bu esa o'z navbatida undagi suvning miqdorini siqib chiqarishni yomonlashadi. Shuning uchun klinker tarkibidagi S_3A miqdori, sementning maydalanish darajasi, qo'shilayotgan moddalarning miqdori suvni tutib qolish xususiyatiga ta'sir ko'rsatadi..

46 rasmda portlandsementning qotish sxemasi kursatilgan. $Ca(OH)_2$ suvda yaxshi eriydi, u eritmaga o'lchami kichik, o'ta mayda kristallar hosil qilgan xolda cho'kadi. Gidrosilikatlar va gidroalyuminatlar gel ko'rinishida hosil bo'ladi. Bu jarayon boshida sement oson ishlov berish mumkin bulgan «xamirga» xos xususiyatiga ega bo'ladi. So'ngra u sekin asta zichlanadi va ma'lum mustahkamlikka ega bo'ladi. Bu birikish yoki tishlashish jarayonining boshlanishi hisoblanadi. Omixtadagi suvni sement donachalari ko'proq so'rib olishi natijasida omixtaning mustahkamligi ortadi. Bu davr qotish jarayoniga to'g'ri keladi. Zichlanish bilan bir vaqtda $Ca(OH)_2$ ning qayta kristallanishi va gidroalyuminatlarhosil bo'lishi sodir bo'ladi. Bulardan farqli xolda gidrosilikatlar uzoq vaqt o'zgarishsiz qoladi.

Sementning suv bilan birikish tezligi quyidagilarga bog'liq:

- ✓ sement donachalarining o'lchamiga. donachalar qanchalik mayda o'lchamli bo'lsa, ularning yuzasi shuncha katta bo'ladi va u tezda suv bilan birikadi;
- ✓ suv bilan birikish jarayoni temperatura ko'tarilsa tezlashadi;
- ✓ ayrim mineral tuzlar qo'shilsa birikishi osonlashadi;
- ✓ sementning mineralogik tarkibi ta'sir etadi.

Biz yuqorida aytgandek asbest-sementli buyumlarda sementning suv bilan birikishi betonga qaraganda tezroqkechadi. Bunga sabab asbest tolalari hosil bo'lgan suvli birikmalarni ko'proqo'ziga singdiradi.



46-rasm. Portlandsement qotish sxemasi

Portlandsementning qotish jarayoni issiqlik ajralib chiqishi bilan boradi, chunki klinker minerallarining ichki energiyasi, suv bilan birikib, hosil bo'lgan yangi birikmalarning energiyasidan ko'pdir. Minerallar issiqlik ajratish xossasiga ko'ra quyidagicha taqsimlanadi: $C_3A \rightarrow C_3S \rightarrow C_4AF \rightarrow C_2S$

Asbest-sementli buyumlarni tayyorlashda sementning qotishida issiqlik ajralib chiqishi ijobiy ahamiyatga ega, chunki bunda qotish davrining boshidayoq mexanik mustaqillikni ortishini tezlashtiradi. Sement buyumlarining o'rtacha/80-85/ og'irligini tashkil qilishni hisobga olsak, ajralib chiqish mumkin bo'lgan issiqlik miqdorini bilib olamiz va buni albatta hisobga olish kerak.

Suv, bo'yoqlar, kimyoviy qo'shimchalar. Asbest-sement mahsulotlar ishlab chiqarishda toza daryo yoki ichimlik suvidan foydalaniladi. Uning tarkibida organik qo'shimchalar bo'lmasligi kerak, chunki ular asosiy xom ashyo - bog'lovchi

materialni suv bilan birikish tezligini, mustahkamligini kamaytiradi. Qo'shimchalarning miqdori ichimlik suvidagidan ko'p bo'lmashligi kerak, ular sement donachalari bilan asbest tolasini o'zaro birikishini kamaytiradi, qoliplovchi mashinalarning ishlovchi matosini ifloslantiradi.

Dengiz suvini ishlatib bo'lmaydi, chunki u silindrlarning sim to'rlarini, qoliplovchi mashinalarning ishlovchi matosini yaxshi yuvmaydi, bundan tashqari tarkibida tuzlar ko'p bo'ladi.

Asbest-sement mahsulotini ishlab chiqarishda suvning qay darajada issiqlikka ega ekanligi muhim ahamiyatga ega. Temperatura ko'tarilsa sement donachalarining suv bilan birikib birikmalar hosil qilish jarayoni tezlashadi, iliq suv sim to'rlari bor silindrlarni sim to'rlarini va matoni sifatli yuvadi. Suvning darajasi ko'tarilganda asbest-sementli omixtaning yopishqoqligi kamayadi va natijada, omixtaning sim to'rli silindrdan sizib o'tishi tezlashadi, bu esa qoliplovchi mashinalarning unumdorligini oshiradi. Eng maqbul daraja bu 30-40°C tengdir. Rangli asbest-sement mahsulotlar olishda rangli sement va bo'yovchi moddalardan foydalaniladi. Bo'yovchi xususiyatga ega bo'lgan moddalar yuqori nur sindirish ko'rsatkichiga, miqdor va tashqi muhit ko'rsatkichiga ega bo'lib ishqor va tashqi muhit ta'siriga chidamli bo'lishi kerak. Tabiiy bo'yoq moddalar ana shunday xususiyatga ega.

Asbest-sement mahsuloti ishlab chiqaruvchi sanoatda kimyoviy birikmalar xom ashyoni va yarim mahsulotni texnologik xossalarini yaxshilash uchun ishlatiladi. Asbest-sement omixtasida o'rtacha 75-150 g/g miqdorda yarimakrilamid birikmasi qo'shilsa uning sizib o'tish xossasi yaxshilanadi. Bu yuqori molekulali polimer flokulyasiya qilish xususiyatga ega va omixta tarkibidagi minerallarni tutibqoladi. Bunda omixta tarkibidagi qattiq moddalarni saqlab qolgan xolda, uning sizib o'tish xossasini tezlashtiradi. Yarimakrilamid texnologik jarayonida foydalanilgan suvlarni, suv tozalovchi moslamalarda tozalanishiga yordam beradi. Bunda u suv bilan aralashgan asbest tolasini va sement donachalari bilan pag'a-pag'a donalar hosil qiladi va suvga cho'kadihamda xom ashyoni chiqindiga chiqib

ketishdan saqlab qoladi.

Agar asbest-sement omixtasiga sulfat-spirt achitqisi solinsa yangi qoliplangan asbest-sement taxtalarini egiluvchanlik xususiyati ortadi. Asbest-sement buyumlaridan biri bo'lgan elektr toki o'tkazmaydigan taxtalarni suv yutish xossasini kamaytarish uchun uning tarkibiga toshko'mir kuyindisi qo'shiladi.

Amaliy ish. Asbestni titkilanish darajasini aniqlash

Ishni bajarish maqsadi: Asbestsement suspenziyani tayyorlashdan oldin asbestni titish lozim, ya'ni mayda-mayda tolalarga ajratish kerak. Buning sababi asbestning adsorbsiya xususiyatini oshirib, asbestsement buyumlarning mustahkamligini ko'tarish. Asbestni ikki bosqichda titishadi. Birinchi titish jarayoni begunlarda, ikkinchisi esa -gollendorlarda yoki gidrotitqichlarda olib boriladi. Asbest tolasimon tabiiy modda bo'lib, juda xam mayda, o'lchami har xil, bir-biri bilan bog'langan tolachalardan tuzilgan bo'ladi. U sement bilan yaxshi aralashishi uchun tolalar titkilab ajratilgan bo'lishi kerak. Bunda asosan ho'l va quruq usulda foydalaniladi. Ishlov berish ikki bosqichda olib boriladi. Birinchisida - tolachalar orasidagi o'zaro bog'lanishni kamaytirish uchun avval begunlarda ezg'ilanadi, keyin ularni ajratish uchun gollendorda yoki gidrotitqichda titkilanadi.

Asbest tolalarida mitti darzlar bo'ladi. Agar biz tolachalarni begunlarda ezg'ilasak ularning soni ko'payadi, ho'l usulda ezilganda mana shu darzlarga suv kiradi va ularga ta'sir etib, ularning o'lchamini kattalashtiradi. Suvning tolachalarga bo'lgan ta'siri ularning o'zaro bog'lanishini yana ham kamaytiradi va agar suvning tarkibida qo'shimcha moddalar bo'lsa (sirt aktiv moddalar, Ca(OH)_2 va boshqalar) begunda ishlov berish vaqtini qisqartiradi.

Xo'l usulda asbest tolasiga ikki xil ishlov beriladi: 1) fizik-kimyoviy usul (ya'ni suvning ta'siri) va 2) mexanik ta'sir (begunda ezg'ilash) etish.

Tolaga mexanik ta'sir ko'rsatilganda u nafaqat titkilanadi, balki uziladi, ya'ni o'lchami kichiklashadi. Umuman ho'l usulda asbest tolasiga ishlov berilganda:

1. Sim turlari bor silindrlar: asbest-sement aralashmasini ko'prok ushlab qoladi, demak chiqindi sifatida suv bilan birga chiqib ketayotgan asbest va sementning miqdori kamayadi.

2. Mahsulotning mexanik xossalari oshadi.

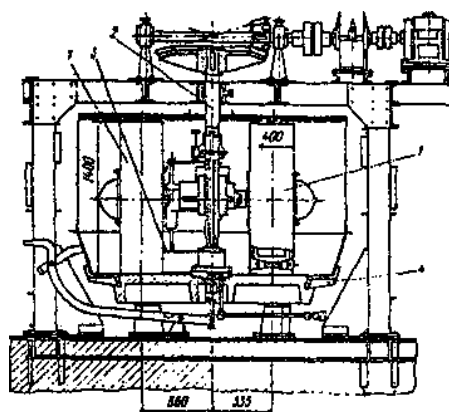
3. Xom ashyo miqdori tejaladi.

4. Xom ashyo aralashmasiga ishlov berilayotgan xonada chang bo'lmaydi.

5. Buyumlarda bo'shliqlarni ko'p bo'lish ularning xajmi og'irligini oshishiga olib keladi.

Quruq usul o'rniga xo'l usuldan foydalanilganda 6% xom ashyo tejab qolinadi, buyumlarning mexanik mustahkamligi 10%, suv yutish qobiliyati 2,5% ortadi.

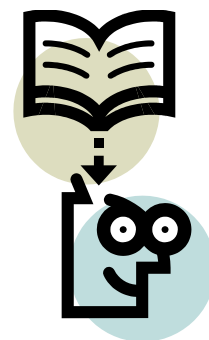
Asbest begunga (1-rasm) solingandan so'ng, begunning temir toshlari aylana boshlagach suv purkovchi quvurchalari orqali 1 kg asbestga 0,5-0,6 l miqdorda suv yuboriladi. Agar suvning miqdori ko'p bo'lsa, begunning temir toshlari sirg'ana boshlaydi va asbest ko'p eziladi, natijada tosh oldida yig'ilib qolgan asbest ishlanmay qoladi



1-temir tosh, 2-val, 3-yig'ib beruvchi vosita

47-rasm. Asbest tolasini ezg'ilaydigan begunning ko'rinishi.

Ishni bajarish tartibi: 1. Texnologik normalar va talablarga ko'ra asbestni aralashmasi tayyorlanadi, masalan: 5 va 6 navli asbestdan 1:1 aralashma



tayyorlanadi. Asbestni miqdori quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$A = 100 / [n_1/a_1 + n_2/a_2 + \dots n_n/a_n]$$

Bu yerda: A-asbestsement aralashmasidagi asbestning miqdori; $n_1, n_2 \dots n_n$ - normadagi asbestni miqdori;

$a_1 a_2 \dots a_n$ - asbestning ekvivalent miqdori.

12-jadval. Asbest markalari

Asbest navi	Tekstura buyicha guruh (marka)			
	Qattiq	Oraliq	Yarim qattiq	Yumshoq
0	AK DV-0-80	-	-	-
1	J- 1-50 J-1-38	PRJ-1-75 PRJ- 1-50	-	-
2	J-2-20	PRJ-2-30 PRJ- 2-15	P-2-30 P-2-15	-
3	J-3-40	-	P-3-70 P-3-60	M-3-70 M-3-60
4	-	-	P-4-40 P-4-30 P-4-20 P-4-5	M-4-40 M-4-30 M-4-20 M-4-5
5	-	-	P-5-67 P-5-65 P-5-52 P-5-50	M-5-65 M-5-50
6	-	-	P-6-45 P-6-30	M-6-40 M-6-30 K-6-45 K-6-30
7	-	-	-	7-300 7-370 7-450 7-520

2.500 gr asbest begunda titiladi. Yaxshi titish uchun asbest aralashmasi ogʻirligidan 18-30% suv solinadi. Titish muddati 25 minutni tashkil etadi. Begunga solinadigan suvni miqdori quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$H_2O = Ra \cdot W / [100/W]$$

Bu yerda: Ra - asbestning miqdori, g

W - asbestning namligi, %.

Begunda titilgan asbest gidrotitqichda 5-10 minut davomida titiladi. Asbest suspenziyaning konsentratsiyasi 0,025-0,30 g/sm³. Kerakli suvning miqdori:

$$WH_2O = \frac{Pa}{\alpha} - \frac{Pa}{\gamma\alpha}$$

bu yerda: Ra - asbest miqdori, g;

α - asbest suspenziyani konsentratsiyasi, g/sm³

3. Tayyorlangan asbest aralashmasidan 5 va 10 g tortib olamiz, hajmi 500 sm³ bo'lgan menzurkaga solamiz va 300 sm³ suv bilan to'ldiramiz, 10 marta chayqatamiz. Keyin menzurkaga asbest - suv aralashmani asbest cho'kmaguncha qoldiramiz. 15-30 minutdan so'ng cho'kmaning hajmini o'lchaymiz.

Asbestni tinish darajasini ko'rsatkichi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$P = \frac{V}{1000} \cdot 100 = \frac{V}{10};$$

Olingan natijalarni 13-jadval ko'rinishida rasmiylashtiriladi.

13-jadval. Asbestni titkilanish darajasini aniqlash natijalari

Asbest aralashmasi	Asbest suspenziyasi	Asbest miqdori	Qoldiq hajmi,	Asbestni titkilanish

Nazorat savollari

1. Asbest bu qanday material?
2. Kislotalarda eruvchanligiga qarab asbest necha turga bo'linadi?
3. Qaysi reaksiya bo'yicha asbest olinadi.
4. Qanday asbestlar xrizotil guruhiga kiradi.
5. Qanday asbestlar amfibol guruhiga kiradi.
6. Asbest qancha bosqichda titiladi?

17-§ Asbest sement kompozitsion materiallarini ishlab chiqarish texnologik sxemasi

Asbest-sement mahsulotlar ishlab chiqarish qo'llanmasida mahsulot ishlab chiqarish uchun kerak bo'ladigan xom ashyo turlarining xossalari to'g'risida, xamda ana shu xom ashyolarni qayta ishlaydigan moslamalarning ishlash qoidalari, tayyor mahsulot turlari ularning asosiy xossalari xaqida ham ma'lumot beriladi.

Hozirda sanoatda asbest-sementli mahsulotlar ishlab chiqarishning quyidagi usullari ma'lum.

1. Asbest-sementli mahsulotni namligi ma'lum miqdorda bo'lgan aralashmadan tayyorlash, ya'ni xo'l usul, bunda mahsulot asbest, sement va suvdan iborat suyuq omixtadan tayyorlanadi.

2. Asbest-sement mahsulotni yarim quruq usul bilan, ya'ni tayyorlash usulida namligi kam bo'lgan aralashma ishlatiladi.

3. Mahsulot tayyorlash uchun quruq asbest-sement aralashmasi ishlatiladi, ya'ni quruq usul.

Mamlakatimizda ishlab chiqarilayotgan asbest-sementli mahsulot asosan birinchi usul, ya'ni xo'l usulni qo'llash orqali ishlab chiqarilmoqda, shuning uchun bu usul haqida batafsilroq to'xtalib o'tamiz.

Xo'l usul yordamida asbest-sementli buyumlar ishlab chiqarish. Mahsulot tayyorlash jarayonining birinchi bosqichi korxonaga keltirilgan asbest omborlarga o'z turi, keltirilgan joyining nomi va boshqa ayrim belgilariga ko'ra joylashdan boshlanadi (48-rasm). Ombordan asbest uzatuvchi vosita yordamida (1) o'lchagich moslamalarda (2) turlariga ko'ra o'lchanadi va yig'uvchi lentali vosita yordamida (3) begunga kelib tushadi. Begun (4) va gidrotitqichda (5) asbest tolalarga titkilab ajratiladi, ya'ni sement donachalari bilan asbest tolasini bir-biriga yaxshi aralashishini ta'minlovchi bog'lovchi yuza miqdori oshiriladi. Titkilab ajratish jarayoni 2 bosqichdan iborat. Oldin tolalar yaxshilab ezg'ilanadi, keyin esa titkilanib ajratiladi.

Ajratish jarayonini yaxshi ketishi uchun begunga o'lchagich orqali (6) ozroq

suv qo‘shiladi, suv gidrotitqichga ham quyiladi, taxminan 50 gramm asbestga 1 l suv. Gidrotitqichdan so‘ng asbest va suvning aralashmasi turboaralashtirgichga tushadi (7), mana shu moslamaga tarqatuvchi moslamadan (8) o‘lchagich (9) yordamida sement uzatiladi. Asbest-sement aralashmasini tayyorlash mahsulot olish jarayonining ikkinchi qismini tashkil etadi. Bu jarayonda sement donachalari bilan asbest tolasining aralashmasini me‘yoriga kelguncha aralashtiriladi. Bunda har bir tola ikkinchi toladan sement donachalari bilan ajralgan bo‘lib, suvda yaxshi tarqalgan bo‘lishi kerak.

Sement bilan asbestning o‘zaro nisbati asbestni turi va xiliga qarab belgilanadi. Asbest tolasini qanchalik uzun bo‘lsa, omixtaga shuncha asbest kam qo‘shiladi.

Odatda asbestni miqdori o‘rtacha 10 dan to 20-22% gacha, sement miqdori esa 78-80 dan to 90% gacha bo‘ladi. Asbest-sementning har 1 kg ga 4-5 litr suv quyiladi. Turbo aralashtirgichdan so‘ng suyuq aralashma yig‘uvchi moslamaga (10) kelib tushadi undan tarmovga (II) quvurlar (12) orqali suyuqlanish darajasini oshirish uchun suv kelib quyiladi, 1 kg sement va asbest aralashmasiga o‘rtacha 7-8 l suv to‘g‘ri keladi. Suyuqlanish darajasi oshgan aralashma taxta simon asbest-sement mahsulotni qoliplovchi mashinalarni (13) vannasiga kelib quyiladi. Bu mashinalarning 3 ta sim to‘r bilan o‘ralgan silindrlari (16) bo‘lib, ularda suyuq asbest-sement aralashmasidagi suvning miqdori kamaytiriladi. Sizi chiqqan suv suv-to‘plovchi moslamaga (15) kelib quyiladi. Nam asbest-sement qavatning qalinligi o‘rtacha 1 mm bo‘ladi. Bu qavat harakatlanuvchi lenta (17) yordamida o‘rovchi aylanma moslamaga (30) uzatiladi. Lenta bilan birga harakatlanuvchi qavato‘rovchi aylanma moslamasi va zichlovchi vallar (18) orasidan o‘tib zichlanadi, natijada namlik darajasi yana kamayadi va lentali matodan o‘rovchi aylanma moslama yuzasiga ko‘chadi.

Suyuq asbest-sement aralashmasining o‘z tarkibidagi suvning miqdorini kamaytirishi, keyingi bosqichlarda zichlanishi, bu judaham muhim bo‘lib, tayyor mahsulotning sifatini belgilab beradi. O‘rovchi aylanma moslama 5-7 marta

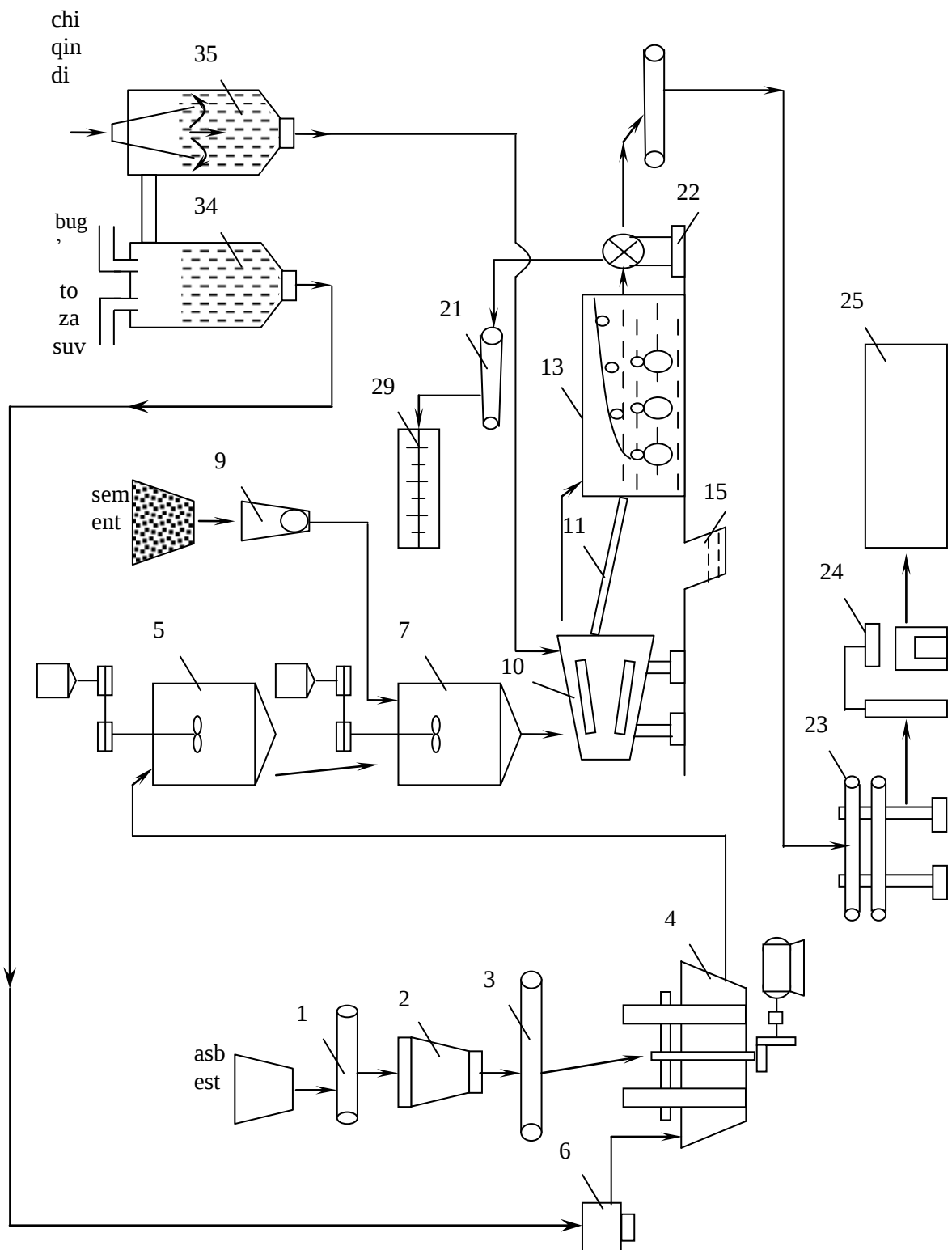
aylanganda uning yuzasida kerakli qalinlikdagi qatlam hosil bo‘ladi va u mexanik keskich (19) yordamida kesiladi va uzatuvchi moslamaga (2) yuboriladi, qatlam keyingi bosqichda qirqiladi (22), bunda qatlam chetidagi ortiqcha qismlari kesib tashlanadi va u kerakli o‘lchamda yoyiladi. Qoldiq qatlam bo‘laklari uzatuvchi vosita (21) yordamida aralashtirgich (29)ga yuboriladi, unda suv bilan aralashtirilgach, suyuq asbest-sement aralashmasiga aylanadi va undan yana foydalanish mumkin bo‘ladi. Tayyorlanayotgan mahsulotning turiga qarab asbest-sement qatlamlariga ishlov berish bir-biridan farq qiladi. Jumladan, yassi qatlamli ma’lum qalinlikdagi buyumlar olish uchun qatlamlar orasiga temirdan qilingan yupqa ajratgich joylanadi va qatlamlar qo‘shimcha zichlash uchun katta bosimda ishlaydigan bosqonlarga yuboriladi. Agarda to‘lqinsimon tuzilishli mahsulot ishlatiladigan bo‘lsa, qirqish moslamasidan keyin yangi qoliplangan asbest-sement qatlami to‘lqinlar hosil qiluvchi moslamaga (23) kelib tushadi, undan ko‘tarib oluvchi (24) moslama yordamida ko‘tarib olinib ma’lum sonda qilib taxlanadi va uzatuvchi moslama yordamida issiqnam muhitda ishlov berishga mo‘ljallangan kameralarga (25) yuboriladi.

Hozirgi vaqtda issiq bilan ishlov berish moslamalaridan so‘ng nam bilan ishlov berish moslamalari o‘rnatilmoqda, bunda bug‘yordamida ishlovberilgan qatlamlar suvli xovuzlarga kelib tushadi. Issiq muxitda ushlangandan so‘ng qatlamlar uzatgich (26) yordamida yana xammustahkam bo‘lish uchun issiq omborlarga yuboriladi.

Asbest-sement aralashmasidan olinadigan quvurlarni tayyorlash jarayoni ham listlar olishga o‘xshash. Quvurlarni qoliplash quvur tayyorlovchi mashinalarda olib boriladi, bu mashinalarning ishlashi hosilqiluvchi mashinalarning ishlashiga mos. Farqli joyi ulardao‘rovchi moslama o‘rniga ajraluvchi “o‘qlov” o‘rnatilgan, bu “o‘qlov”lar aylanmasining tashqi o‘lchami tayyorlanayotgan quvurning ichki aylanmasi o‘lchoviga teng bo‘ladi. O‘qlovlardan ajratilgan quvurlar qotishni tezlashtiruvchi moslamaga (31) uzatiladi, moslamada harakat davomida quvur o‘z o‘qi atrofida aylanadi va kerakli tuzilishga ega bo‘ladi. Qotish jarayoni

moslamadan so‘ng suv bilan to‘ldirilgan xovuzlarda (32) davom ettiriladi. Qotish jarayonining so‘nggi bosqichi quvurlarni iliq omborlarda (33) taxlangan xoldasaqlash orqali amalga oshiriladi. 7-10 kundan so‘ng ularning quyi qismlariga ishlov beriladi, pardoatlanadi.

Ho‘l usulning asosiy kamchiliklaridan biri ko‘p miqdorda suv ishlatiladi. Asbest-sementli mahsulot tayyorlashda ham suv ko‘p ishlatiladi va ishlatiladigan suv ma’lum talablarga javob berishi kerak. Shuning uchun suvni tejash maqsadida bunday mahsulot ishlab chiqaradigan korxonalarda uni qayta ishlash yo‘lga qo‘yilgan. Buning uchun ishlatilgan suv yig‘iladi, unga kimyoviy moddalar qo‘shilib iflos qismi cho‘ktiriladi va toza qismi mahsulot tayyor jarayoniga qaytariladi. Sim to‘rli moslamadan tushgan iflossuv va qoliplovchi mashinalarning sim to‘rlarini, matolarini yuvishda ifloslangan suv xammasi, maxsus yig‘uvchi moslamaga (15) kelib quyiladi va u orqali bosqonlar (14) yordamida quvurlar (28) orqali rekuperatorga (35) uzatiladi. Suvning tozalangan qismi, toza suv saqlanadigan rekuperatorga (34) quyiladi, tarkibida asbest va sement bo‘lgan suv esa, quvur (12) qoliplovchi mashinalarning asbest-sement omixtasi bilan ta’minlovchi moslamaga yuboriladi. Tozalangan suv rekuperatorning o‘rta qismidan (34) bosqon (36) yordamida quvur orqali matoni va sim to‘rlarni yuvish uchun uzatiladi, pastki qismidan esa quvurlar orqali begun, gidrotitgich va aralashtirgich moslamasiga yuboriladi. Ma’lum muddat orasida rekuperatorlar tozalab turiladi.



Asbest-sement aralashmasini tayyorlashda eng qulay sharoitlar.

Odatda tayyorlash jarayoni olinayotgan mahsulotni belgilangan quvvatda yuqori sifatli qilib ishlab chiqarishga imkon bersa, u eng maqbul sharoit deb aytiladi. Bunday sharoitni hosil qilish uchun, xom ashyo xossalarini o‘zaro bog‘liqligini, texnologik jarayonning asosiy ko‘rsatkichlarini, mahsulot sifatini belgilovchiko‘rsatkichlarni aniqlash lozim. Buning uchun asbestning xossalarini, titkilab ajratilgan asbest tolasi solishtirma yuzasini sement suyuqligini qarshilik birligini, adgeziya birligini (K_0) o‘zaro qanday bog‘langanligini bilish kerak.

Qatlamdagi moddalarning solishtirma yuzasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$S = \frac{6}{\rho} T \sqrt{K_s} \text{ sm}^2/\text{g} \quad [1]$$

bu erda ρ - qattiq moddalarning zichligi ($2,56 \text{ g}/\text{sm}^3$),

K_s - sizib o‘tish qarshilik birligi

T - doimiy kattalik, qatlamning qay darajada g‘ovaksimon ekanligiga bog‘liq.

Sement donasini asbest tolasi tomonidan qanday olinishini aniqlash uchun qattiq fazani solishtirma yuzasini suyuqasbestli, sementli va asbest-sementli suyuq omixta holatda bo‘lgandagina ifodalash orqali topish mumkin.

$$K_a = \frac{(A S_a + I S_u) - S_{au}}{A S_a + I S_u} \quad [2]$$

A, S_s - asbest-sement tarkibidagi asbest (A) va sement (S_s) miqdori.

S_a, S_s, S_{ats} - asbest, sement va asbest-sement zarrachalarining qatlam qattiqfazasidagi solishtirma yuzasi, sm/g .

Agar asbest va sement aralashtirilganda o‘zaro birikish bo‘lmasa unda:

$$S_{ats} = A S_a + S S_s$$

ya’ni aralashma solishtirma yuzasining yig‘indisi ularni tashkil qiluvchi yuzalar yig‘indisiga teng bo‘ladi. Agar sement donachalarini asbest tolasi biriktirib

olsa, unda (I) tenglamadagi sur'atda keltirilgan ifodalar ma'lum qiymatga ega bo'ladi va bu qiymat asbest tolasi sement donachalarini qanchalik ko'p biriktirsa, shunchalik katta bo'ladi. Lekin asbest-sement aralashmasida adgeziyadan tashqari autogeziya ham bo'ladi. Aralashtirgichlarda bo'ladigan jarayonda, ular ayrim autogezion agregatlarni parchalanishiga va sement donachalarini asbest tolasi bilan to'qnashishiga olib keladi. Asbest tolasi va sement donachalaridan adgezion agregatlar hosil bo'ladi va ular autogezion panjaralar hosil bo'lishiga yo'l bermaydi, sababi adgezion bog'lar kuchli bo'ladi. Autogezion agregatlarning parchalanishi va adgezion agregatlar hosil bo'lishi bir vaqtda sodir bo'ladi. Bunday parchalanish qattiq faza solishtirma yuzasini oshirsa, agregatlar hosil bo'lishi kamayadi. Agar solishtirmayuzasini oshirsa, va uni adgeziya tufayli kamayishidanyuqori bo'lsa, asbest-sementli aralashmadagi qattiq faza yuzasining yig'indisi asbest va sement suyuqligidagi qattiq faza yuzalari yig'indisidan katta bo'ladi. Bunda (I) tenglamadagi sur'at va K_a qiymati manfiy bo'ladi. Demak K_a ning qiymati musbat yoki manfiy bo'lishi mumkin. Biz aytib o'tgandek agar sement donachalari asbest tolasi bilan qanchalik ko'p biriksa S_{ats} qiymatishuncha kichik bo'ladi. Xom ashyo aralashmasi tayyorlashning eng maqbul sharoitlarini tuzganda bo'kish mustahkamligi birligi ifodasini hisobga olish kerak:

$$K_{mustax} = R_{buk} / \gamma_a^2$$

R_{buk} - bukish mustahkamligi, sm^2/g

γ_a - asbest-sement, xajm massasi, g/sm^3 .

K_{mustax} birligini keltirishdan maqsad, asbest-sement xajm massasini o'zgarishini uning mustahkamlik xossasi va xom ashyoni texnologik ko'rsatkichlari bilan qanday bog'langanligini ko'rsatishdan iborat. Maqbul sharoit qilib asbest tolasini titkilab ajratishda K_{must} eng katta qiymat bo'lgandagi sharoit qabul qilinadi. K_{must} va K_a birliklarining eng katta qiymati asbest tolasini ezg'ilagich va turboaralashtirgichda bir sharoitda ishlov berilganda hosil bo'ladi.

Titkilab ajratish qiymatini asbest-sement buyumining mustahkamligiga ta'siri qanday? Asbest sement buyum olishda ishlatilgan asbest tolasini titkilab

ajratish qiymati $90 \text{ sm}^2/\text{g}$ bo'lsa, uning mustahkamligi ($167 \text{ sm}^2/\text{g}$) titkilab ajratilganga qaraganda 37% kam bo'ladi. Bu esa sement donalarini asbest tolasini bilan birikishi muhim ahamiyatga ega ekanligidan dalolat beradi. Agar K_a va S_a qiymatlari teng bo'lsa, bu asbest tolasini tashqi solishtirma yuzasi sement donachalarini biriktirishda faol qatnashganligini bildiradi, ya'ni uning biriktirish qobiliyati yuqoriligini ko'rsatadi. K_a qiymatini maqbul sharoitni belgilashda vosita sifatida ishlatish mumkin; bu kattalik omixtani qay darajaga aralashtirish kerakligini ko'rsatadi, titkilab ajratish uchun qanday moslama kerakligini belgilab beradi va hokazo.

Asbestni titish jarayoni. Yuqorida aytib o'tganimizdek asbest tolasimon tabiiy modda bo'lib, juda ham mayda, o'lchami har xil, bir-biri bilan bog'langan tolachalardan tuzilgan bo'ladi. U sement bilan yaxshi aralashishi uchun tolalar titkilab ajratilgan bo'lishi kerak. Bunda asosan xo'l va quruq usuldan foydalaniladi. Bunda ishlov berish ikki bosqichda olib boriladi. Birinchisida - tolachalar orasidagi o'zaro bog'lanishni kamaytirish uchun avval begunlarda ezg'ilanadi, keyin ularni ajratish uchun gollendorda yoki gidrotitqichda titkilanadi.

Asbest tolalarida juda kichik darzlar bo'ladi. Agar biz tolachalarni begunlarda ezg'ilasak ularning soni ko'payadi, xo'l usulda ezilganda mana shu darzlarga suv kiradi va ularga ta'sir etib, ularning o'lchamini kattalashtiradi. Suvning tolachalarga bo'lgan ta'siri ularning o'zaro bog'lanishini yana ham kamaytiradi va agar suvning tarkibida qo'shimcha moddalar bo'lsa, sirt aktiv moddalar, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ va boshqalar begunda ishlov berish vaqtini qisqartiradi.

Ho'l usulda asbest tolasiga ikki xil ishlov beriladi:

- 1) fizik-kimyoviy usul - ya'ni suvning ta'siri;
- 2) mexanik ta'sir etish - begunda ezg'ilash.

Tolaga mexanik ta'sir ko'rsatilganda u nafakat titkilanadi, balki uziladi, ya'ni o'lchami kichiklashadi. Umuman xo'l usulda asbest tolasiga ishlov berilganda:

1. Sim to'rlari bor silindrlar: asbest-sement aralashmasini ko'proq ushlab

qoladi, demak chiqindi sifatida suv bilan birga chiqib ketayotgan asbest va sementning miqdori kamayadi.

2. Mahsulotning mexanik xossalari oshadi.
3. Xom ashyo miqdori tejaladi.
4. Xom ashyo aralashmasiga ishlov berilayotgan xonada chang bo'lmaydi.
5. Buyumlarda bo'shliqlarni ko'p bo'lishi ularning xajmi og'irligini oshishiga olib keladi.

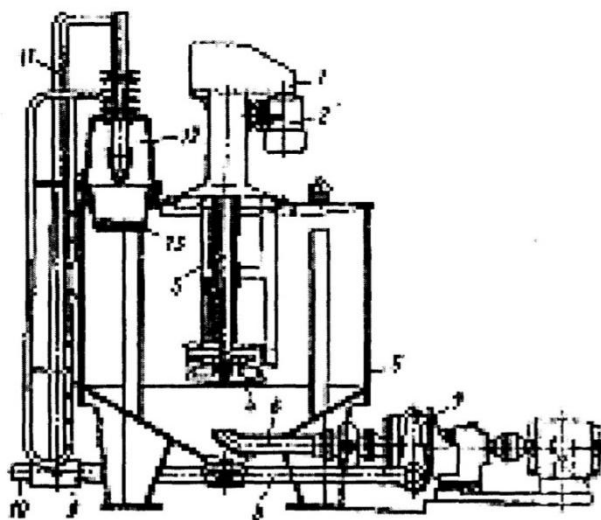
Quruq usul o'rniga ho'l usuldan foydalanilganda 6% xom ashyo tejab qolinadi, buyumlarning mexanik mustahkamligi 10% oshadi, suv yutish qobiliyati 2,5% ortadi. Asbest begunga (47-rasm) solingandan so'ng bunning temir toshlari aylana boshlagach suv purkovchi quvurchalari orqali 1 kg asbestga 0,5-0.6 litr miqdorda suv yuboriladi. Agar suvning miqdori ko'p bo'lsa, bunning temir toshlari sirg'ana boshlaydi va asbest ko'p eziladi, natijada tosh oldida yig'ilib qolgan asbestishlanmay qoladi.

Hozirgi kunda korxonalarda asosan ho'l usulda tayyorlash ishlab chiqarilmoqda. Bir vaqtda begunda ishlov beriladigan asbestning og'irligi 15 kg, ishlov muddati 12-25 minut, namlik darajasi 3-37% bo'ladi. Agar qo'shilayotgan suvning miqdori kam bo'lsa uning foydasi sezilmaydi, suv miqdori ko'p bo'lsa esa yuqorida aytganimizdek bunning ezg'iluvchi g'ildiraksimon toshlari sirpanadi, asbest yig'ilib yirikroq bo'laklar hosil qiladi. Titkilab ajratish darajasi 35-40 foizga ko'tarish uchun Jezqazg'ondan keltirilgan asbestdan 20-50 foiz ko'shish kerak bo'ladi.

Texnologik jarayonni keyingi bosqichda asbest **gollender yoki bo'lmasa gidrotitgichga** kelib tushadi. Ularning ishlash negizida asbest tolasiga uyumlangan suyuqlikning harakati bo'yicha ta'sir ko'rsatiladi. Tolalarga ko'rsatilayotgan ta'sir tezligi, yo'nalishi, o'zgaruvchan bo'lganligi uchun tolachalar buraladi, qiyshayadi, uziladi va xokazo. Bu moslamalarda ko'rsatilayotgan ta'sir kuchi begunda ko'rsatiladigan ta'sirdan kam bo'ladi, shuning uchun oldin tolachalar orasidagi bog'lanish uzilgan bo'lsa, bunday tolachalar yaxshi titkilanib ajraladi. Tolachalarni ko'p marta egilib, bukilishi

tufayli fibrallar orasidagi bog‘lanish uziladi.

Hozirda sanoatda asosan ikki xil tuzilishdagi gidrotitgichlardan foydalaniladi. Asbest-sementli buyumlar ishlab chiqaradigan korxonalarni loyihalovchi ilmiy-tekshirish instituti loyihasi bo‘yicha tayyorlangan **gidrotitkichlovchi** moslama silindrsimon ko‘rinishda bo‘lib, pastki qismi konussimon qilib ishlangan konussimon qismida titkilab beruvchi parraklar joylashgan, u diffuzorga o‘rnatilgan. Moslama tarkibiga kiruvchi bosqonlar asbest-sement omixtasini quvurlar orqali uzatishga imkon beradi. Bunda omixta bosim ostida moslamani qirralarga takroran urilib turadi (49-rasm).

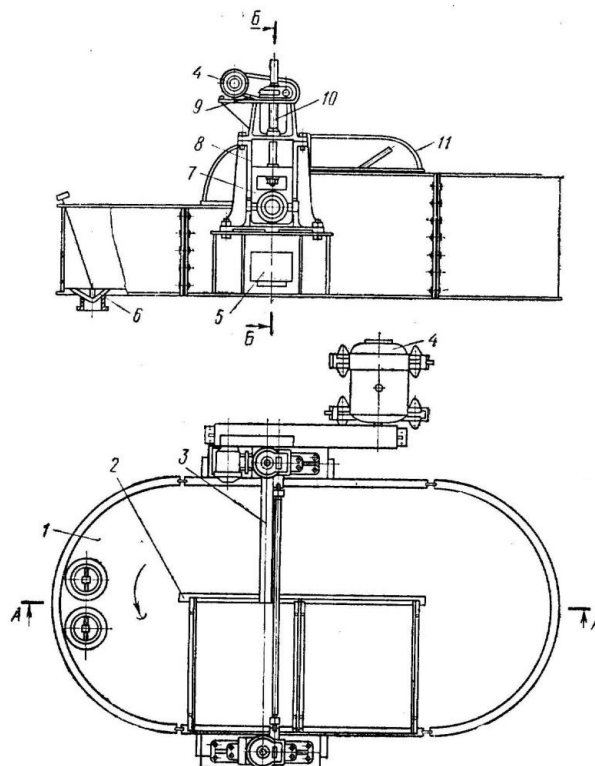


49-Rasm. Gidrotitkich.

Gidrotitkilovchi quyidagi tarzda ishlaydi. Unga suv tozalagichdan tozalangan suv kelib quyiladi. Keyin bosqonlar ishga tushiriladi va begunda ishlov berilgan asbest tolasi qo‘shiladi. Bir vaqtda asbest tolasi suv bilan aralashadi va parraklar yordamida titkilanadi. Asbest tolasiga ishlov berish, qo‘shilgan vaqtni hisobga olganda 6-8 minut davom etadi. Ishlov berish tugallangandan so‘ng uning titkilanish darajasi 85-95%, asbest-sement omixtaning miqdori 4-5% bo‘ladi.

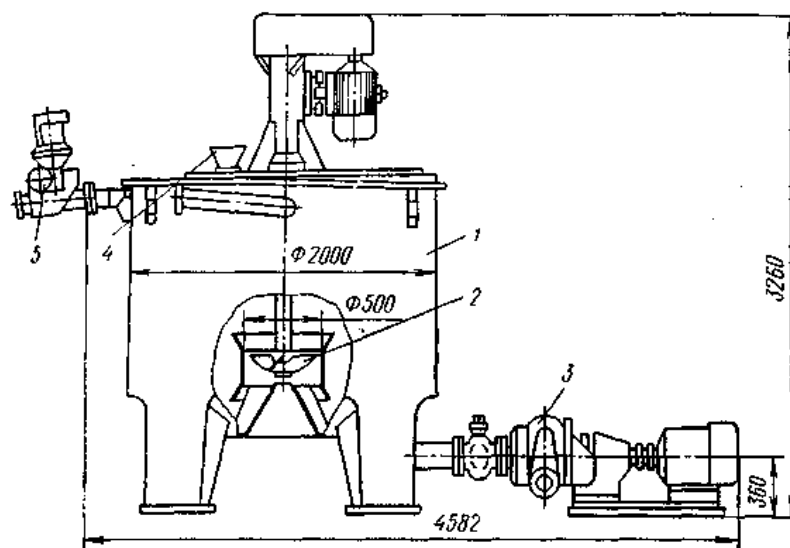
Ikkinchi xil gidrotitkilovchi moslama Novosibirskdagi asbest-sementli buyumlar ishlab chiqaruvchi korxona mutaxassislari tomonidan yaratalgan bo‘lib oldingsidan tuzilishi jihatdan qisman farqqiladi (unda titkilab beruvchi parrak o‘rniga dumaloq yassi plitka ishlatilgan). Gidrotitkilovchining

gollendordan farqi uni boshqarish qo‘l mehnati kam sarf qilinadi va boshqarishni osongina avtomatlashtirish mumkin (50-rasm **gollender**).



1-vanna, 2-to'siq, 3-val, 4-elektrodvigatel, 5, 6-lyuklar, 7-ramki-podveski, 8-napravlyayuyúie stoyki, 9-klinoremennaya peredacha, 10-vint, 11-kojux

50-Rasm. Gollender konstrukcion tuzilishi.



1 – rezervuar; 2 – diffuzor; 3 – nasos; 4 – qabul qiluvchi voronka; 5 – klapan.

51- rasm. Turboaralashtirgich

Quvursimon aralashtirgich asbest omixtasini sement bilan aralashtirish uchun xizmat qiladi (51-rasm). Quvursimon aralashtirgich tuzilishi jixatidan gidrotitkilagichga o'xshash. Ularning o'zaro farqi gidrotitgilagichdagi titkilab beruvchi parraklar quvursimon aralashtirgichda bo'lmaydi.

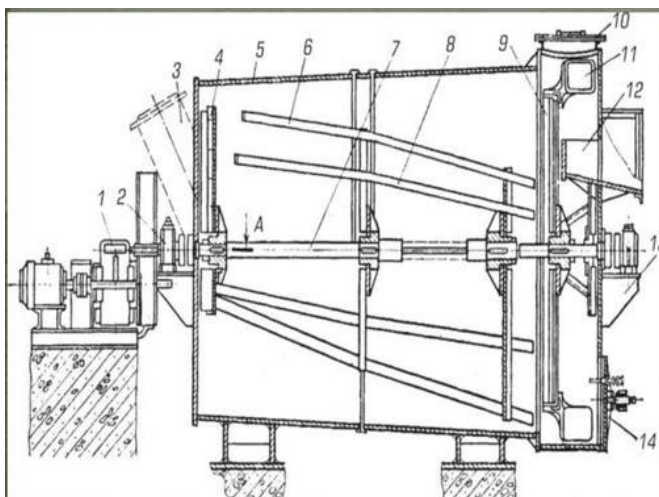
Uning tuzilishi-silindrsimon idish bo'lib, pastki qismi konussimon qilib ishlangan. Ichki qismida tikka parraksimon - aralashtiruvchi moslama o'rnatilgan. Asbest omixtasi quvursimon aralashtirgichga kelib tushgandan so'ng unga kerakli miqdorda sement solinadi. Solingan sementning miqdori aralashma tarkibida 750-800 kg ga to'g'ri keladi. Sement solina boshlangandan so'ng unga qo'shimcha miqdorda suv quyiladi. Sement solingandan so'ng quvursimon aralashtirgichda omixtani aralashtirish 8-10 minut davom etadi.

Keyin esa texnologik liniya (tizim)ga ko'ra asbest-sement aralashmasi quvursimon aralashtirgichdan cho'michsimon aralashtirgichga chiqarib yuboruvchi quvur orqali oqib o'tadi, ayrim xollarda kerak bo'lsa o'tkazish uchun bosqondan foydalaniladi. Cho'michsimon aralashtirgichda asbest-sementli aralashmani miqdori 21-26 foizga teng bo'ladi.

Ishlash qoidasiga ko'ra begun, gidrotitqich va aralashtirgichlar vaqt-vaqti bilan ishlaydi, lekin qoliplovchi mashina uzluksiz ishlaydi. Unga kelib tushadigan asbest-sementli aralashmaning oqimi doimiy bo'lishi kerak. Mana shuning uchun qoliplovchi mashina va aralashtirgich orasiga cho'michli aralashtirgich, ya'ni bir vaqtning o'zida asbest-sement aralashmasi bilan to'ydiruvchi, ta'minlagich o'rnatiladi.



Cho'michli aralashtirgich – temirbeton jom sifatida bo'lib, pastki qismi konussimon qilib ishlangan. Jomda asbestsement massasi cho'kib qolmasligi uchun baquvvat aralashtiruvchi mexanizm o'rnatilgan (58-rasm)



1- privod; 2 - podshipnik; 3 - patrubok; 4 - krestovine; 5 - korpus; 6 - parraklar; 7 - val; 8- aralashtirish moslamasi; 9 - kovshli gildirak; 10 - nazorat eshigi (lyuk); 11 - cho 'mich; 12 - kirish korobkasi; 13 - kronshteyn; 14 - lyuk

52-Rasm. Cho‘michli aralashtirgich konstruksiyasi.

Aralashtiruvchi parraklar o‘qqa burchak bo‘yicha maxkamlangan, bu esa aralashtirishni har xil yo‘nalishda olib boradi. oliplash mashinasi oziqlantirish uchun jomning oldi qismida temi ryoki cho‘yan cho‘michlar bilan biriktirilgan g‘ildirak o‘rnatilgan. Jomni xajmi 6-5 m³, cho‘michlar soni 16-20, har bir cho‘michni xajmi 3,25 l. G‘ildirak diametri 2200 mm, o‘qning aylanish soni 6-8,5 ayl/min, kata shkivni diametri 1000 mm, eni 150 mm, energiya sarfi 5 ot kuchi.

Cho‘michli aralashtirgichning ishlash prinsipi. Turboaralashtirgichdan asbestsement massasi cho‘michli aralashtirgichning jomga nasos yoki tabiiy holatda oqib tushadi, unga suyuqroq konsistensiyali massa olish uchun 1-1,5 m³ suv solinadi. Elektrodvigatel tasmali yuritmani harakatga keltirish natijasida o‘qqa o‘rnatilgan parraklar va g‘ildirak harakatga keladi. G‘ildirakni cho‘michlari asbestsement suyuqlikni suzib olib tarnovga uzatadi.

Asbest-sement mahsuloti ishlab chiqarishda hosil bo‘ladigan qoldiq- qirqim bo‘laklariga ishlov berish natijasida vujudga keluvchi suyuq asbest-sement aralashmasidan ham foydalaniladi. Qalinligi 25-30 mm bo‘lgan qatlam chetlarining namlik darajasi yuqori bo‘ladi va u o‘rta qism bilan kuchsiz bog‘langan, shuning uchun uning chetlari qirqiladi. Qirqim bo‘laklari ishlatilayotgan xom ashyoning

oʻrtacha 12% tashkil etadi, shuning uchun undan qayta foydalanish iqtisodiy nuqtai nazardan albatta kerak. Aralashtirgichlarda nafaqat qirqim boʻlaklar, balki ayrim sabablarga koʻra keraksiz deb topilgan tayyor mahsulot namunalari ham qayta ishlanadi.

Amaliy mashgʻulot. Asbestsement massasini tarkibini loyihalashtirish

Ishning maqsadi: Asbest tolasi va portlandsement asosida tuzilgan asbestsement maxsulotning massa tarkibinin hisoblash.

Asbest-sement massasini tarkibi 4-ta koʻrsatkichlar bilan ifodalanadi.

- 1) asbestni miqdori foizda – a
- 2) sementni miqdori foizda – v
- 3) asbest tolasini titilish darajasi, zarrachalarni oʻrta meʼyordagi diametri - d_a
- 4) portlandsementni maydalanish darajasi – zarrachalarni diametri – d_x

Koʻrsatkichlarni bogʻlanishi quyidagi formuladan kelib chiqadi:

$$\frac{a}{b} = 0,11 \frac{d_a^2}{(d_a + d_u) d_u} \quad (1)$$

Asbest zarrachalarini oʻrta diametrini aniqlash uchun asbestni adsorbsion xossalari tayanib, adsorbentni issiqlik namlanishini aniqlab, undan titkalangan asbestni tashqi solishtirma sirtini aniqlab olinadi:

$$q = \frac{118,5}{4,18 \cdot 10^2} \cdot S$$

bu erda: S – adsorbentni solishtirma sirti, sm^2/g .

Formuladan chiqqan issiqlikni oʻlchab olib S -ni aniqlab olish mumkin.

Portlandsement zarrachalarni oʻrta diametrini aniqlash uchun, sedimentatsion usuli boʻyicha sementni 10 mm zarrachalari ajratib olish kerak.

Faraz qilaylik sementni quyidagi granulometrik tarkibi sedimentatsiya natijasida aniqlandi:

birinchi fraksiya n_1 %, zarrachalar diametri d_1 ;

ikkinchi fraksiya n_2 %, zarrachalar diametri d_2 ;

uchinchi fraksiya n_3 %, zarrachalar diametri d_3 ;

n - chi fraksiya n_n %, zarrachalar diametri d_n .

Q gramm sementni olamiz, umumiy uning hajmi $V = \frac{q}{j}$ teng (j – sementni solishtirma og'irligi).

Fraksiyalar bo'yicha tashkil etgan hajmlar:

$$1 \text{ fraksiyani} - V_1 = \frac{V \cdot n_1}{100} = \frac{1}{6} \pi d_1^3 c_1 \cdot 10000^{-3}$$

$$2 \text{ fraksiyani} - V_2 = \frac{V \cdot n_2}{100} = \frac{1}{6} \pi d_2^3 c_2 \cdot 10000^{-3} \quad (2)$$

$$3 \text{ fraksiyani} - V_3 = \frac{V \cdot n_3}{100} = \frac{1}{6} \pi d_3^3 c_3 \cdot 10000^{-3}$$

...

$$n \text{ fraksiyani} - V_n = \frac{V \cdot n_n}{100} = \frac{1}{6} \pi d_n^3 c_n \cdot 10000^{-3}$$

bu erda: $\frac{1}{6} \pi d^3$ - d -diametrli bitta zarrachaning hajmi;

s – muayyan fraksiyadagi sement zarrachalarning soni.

Har bir fraksiyadagi zarrachalar sonini aniqlaymiz:

$$C_1 = \frac{V \frac{n_1}{100} \cdot 10000^3}{\frac{1}{6} \pi d_1^3}; \quad C_2 = \frac{V \frac{n_2}{100} \cdot 10000^3}{\frac{1}{6} \pi d_2^3}; \quad C_3 = \frac{V \frac{n_3}{100} \cdot 10000^3}{\frac{1}{6} \pi d_3^3} \dots;$$

$$C_n = \frac{V \frac{n_n}{100} \cdot 10000^3}{\frac{1}{6} \pi d_n^3}. \quad (3)$$

(2) formuladagi $S, S_1, S_2 - S_3$

(3) formuladagi S bilan almashtirsak, olamiz

$$\frac{6 \cdot V \cdot 10000^3}{\pi d_{yp}^3} \cdot d_{yp}^2 = \frac{6 \cdot V \cdot 10000^3}{100 \cdot \pi} \cdot \left[\frac{n_1}{d_1^3} \cdot d_1^2 + \frac{n_2}{d_2^3} \cdot d_2^2 + \dots + \frac{nn}{d_n^3} \cdot d_n^2 \right],$$

yana qisqartirilgan holda:

$$\frac{1}{d_{yp}} = \frac{1}{100} \cdot \left[\frac{n_1}{d_1} + \frac{n_2}{d_2} + \dots + \frac{nn}{d_n} \right],$$

$$d_{yp} = \frac{100}{\frac{n_1}{d_1} + \frac{n_2}{d_2} + \dots + \frac{n_n}{d_n}} \quad (4)$$

Sement zarrachalari bilan qoplangan sirt har hil fraksiyalar qoplangan sirtlarni umumiy sirtlardan iboratdir. Har bir fraksiyalar bilan qoplangan sirtlarni $f_1, f_2, f_3 \dots f_n$, ularni yig'indisini – F deb belgilaymiz.

$$f_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} \cdot \sin 60^\circ c_1$$

$$f_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} \cdot \sin 60^\circ c_2$$

$$F = f_1 + f_2 + \dots + f_n = \frac{\pi}{4} (d_1^2 \cdot c_1 + d_2^2 \cdot c_2 + \dots + d_n^2 \cdot c_n) \cdot \sin 60^\circ = \frac{\pi}{4} \cdot d_{yp}^2 \cdot c \cdot \sin 60^\circ \quad (5)$$

bu erda s – shartli sementni zarrachalar soni.

Qisqartirilgan ko'rinishda formula quyidagicha bo'ladi:

$$cd_{yp}^2 = c_1 d_1^2 + c_2 d_1^2 + c_2 d_2^2 + \dots + c_n d_n^2 \quad (6)$$

Shartli va qo'llanadigan sementlarni og'irligi bir hil bo'lgani uchun birinchi zarrachalarni sonini quyidagi formula orqali ifodalash mumkin:

$$C = \frac{V \cdot 10000^3}{\frac{1}{6} \cdot \pi d_{yp}^3} \quad (7)$$

Asbest namligini va massa hajmini aniqlash.

Ishni bajarish maqsadi: Aralashtirgichga solinadigan tarkibiy qismlar hissasini to'g'ri hisoblash uchun asbestni zichligini bilish zarur, ma'lum bo'lsa, ombordagi yoki biror bir idishdagi asbestning massasini osongina hisoblash mumkin. Asbestsement buyumlarning hajmiy og'irligi bu uning teshiklarini nazarda olganda tabiiy xoldagi hajmning bir massasi, amaliy sharoitlarda bir galda asbestsement buyumlarni hajmiy massasini va suv yutuvchanligi aniqlanadi, natijalardan buyumning zichligi va bo'shliqlari aniqlanadi.

Kerakli asboblari va materiallar: quritish shkafi, suv vannasi, asbest namunalari.

Yarim mahsulotning zichligini va mexanik mustahkamligini oshirish

uchun ularni jipslashtirshi o'rtacha 300 kg/sm^2 bosimda olib borilsa, yarim maxsulotni egishga va cho'zishga bo'lgan mustahkamlik borligi taxminan 50% oshadi. Bunda uning hajmiy og'irligi ham oshadi, qalinligi esa taxminan 20% ga kamayadi.

Odatda bo'laklarni jipslashtirish davomida qalinligining kamayishi, ularning qoliplash davomida olgan zichlanishiga bog'liqdir. Jipslashtirish bosimi oshishi bilan bo'lakning bo'kishga bo'lgan mustahkamlik birligi ortadi, qalinligi esa kamayadi.

Taxtasimon asbest -7 sement bo'laklarni va o'lchami kichik bo'lgan bo'laklarni jipslashtirish uchun gidravlik zichlashtiruvchi moslamadan foydalaniladi. Bo'lak jipslashtiruvdan oldin bir nechta qavat qilib zichlovchi moslama aravachasiga joylanadi. Har bir asbest-sement bo'lak bir-biridan po'latdan yasalgan qatlam bilan ajratilgan.

Jipslashtirish orqali uchta maqsadga erishish mumkin:

- a) olinayotgan yarim mahsulotning mustahkamligini oshirish;
- b) mahsulot yuzasi tekis bo'lishiga erishish;
- v) tayyorlanayotgan bo'laklarni taxtasimon holga keltirish.

Jipslashtirash jarayonida, oldin namligi yuqori bo'lgan mahsulotdagi suvning miqdorini o'rtacha bo'lguncha kamaytiriladi, asbest va sement modsalarini bir-biriga yaqinlashtiriladi. Bo'laklarda mavjud bo'lgan suv materialdan chiqib ketish davomida har xil kattalikdagi bosim qarshiligiga uchraydi. Jumladan material, chetiga yaqin bo'lgani uncha katta qarshilikka uchramaydi, material o'rtasida bo'lgani esa katta qarshilikka uchraydi. Shuning uchun zichlovchi moslama hosil qilgan bosim ham materialda har xil joylanadi (chetida kamroq, o'rtasida esa ko'proq).

Jipslash jarayonini boshlanishida suv katta tezlikda va kichik bosimda chiqib keta boshlaydi, bu mahalda qatlamning zichlanishi shiddat bilan o'tadi, shuning uchun berilayotgan bosim miqdorini kamaytirish kerak. Qatlam zichlashgan sari undagi bo'lgan bo'shliqlar o'lchami kamayadi, natijada shu kichik bo'shliklarda joylashgan suvni siqib chiqarish uchun katta bosimni sarf qilishga to'g'ri keladi,

natijada bosim kattaligi ortadi. Shuning uchun gidravlik moslama yordamida bosimni asta-sekin ko'tarib borish lozim. Bosimni ko'tarish tezligi sekin va uning o'lchami jipslashtirilishi lozim bo'lgan asbest-sement bo'laklarini o'lchamiga qarab katta yoka kichik bo'lishi mumkin. Agar jipslash jarayoni juda ham tez boradigan bo'lsa, unda taxtasimon bo'laklarning bo'shliqlarida suvning bosimi yuqori bo'lishi mumkin, bu esa o'z o'rnida ularning buzilib ketishiga olib keladi. Shuning uchun bo'laklarni jipslashtirish, ularda mavjud bo'lgan bo'shliqlar o'lchamiga bog'liq va aralashma tayyorlanganda ishlatilgan asbest tolasini titkilab ajratilganiga hamda sementning qanday tuyilganiga bog'liq bo'ladi. Asbest tolasini o'lchami qanchalik mayda bo'lsa, sement zarrachalari o'ta mayda tuyilgan bo'lsa jipslashtirish jarayonini shuncha sekin olib borishni talab etadi.

Zichlash muddatini, to materialdagi suv butunlay chiqib ketmaguncha cho'zish kerak, shunda zichlovchi moslamani butun bosimi materialni zichlash uchun sarf bo'ladi. Jipslash muddati 10 minutdan oshmaydi. Suyuqlik kuchi bilan ishlaydigan zichlovchi moslamani quvvati 400-600 t teng. Qirqib kesilgan asbest-sement bo'laklar zichlovchi moslama aravasiga birma-bir taxlanadi, har birini orasiga oldindan ustiga va ostiga moy surilgan po'lat qavatlar qo'yiladi. Asbest-sement bo'laklar usti ham toza bo'lishi kerak.

Zichlash bosimini quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$P_{\gamma} = \frac{P_3}{F_6}$$

R_z - moslamani zichlash kattaligi, kg;

F_b - bir qavat bo'lakni yuzasi, m^2 .

Ko'pincha $R_u = 200 \text{ kg/m}^2$ zichlash muddati 30-40 minutga teng.

Ishni bajarish tartibi: Asbestsement namunalarini quritish shkafida 105-110°C xaroratda 24 soat davomida quritiladi. Namunalarning qalinligi 15 mm dan ortiq bo'lsa 48 soat davomida quritiladi. Quritilgan namunalar 2 soat davomida eksikatorida sovutiladi va 0,01 g gacha aniqlikda laboratoriya tarozilarida tortiladi.

Namunalar 30 min davomida vannada suv bilan to'yintiriladi. Suv namunalarni 30 mm balandlikda yopish kerak. Keyin namunalarni yaxshilab latta

bilan artib gidrostatik tarozida tortiladi.

To'kma zichligi quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$\gamma = \frac{G_1 \cdot \gamma_{жс}}{G_2 - G_3} \text{ г/см}^3;$$

Bu erda: G_1 - quritilgan namuna og'irligi, g;

G_2 - suvda tuyilgan namuna og'irligi, g;

G_3 - suvda suv bilan tuyingan namuna og'irligi, n;

$G_2 - G_3$ - namunaning hajmiga to'g'ri keladi, sm^3 ;

γ_j - suvni massa hajmi (zichligi). $\gamma_j - 1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

Ishning natijalarini quyidagi 3-jadval bo'yicha rasmiylashtiriladi.

14-jadval. Namunalarning to'yinuvchan zichligi

№	Qurilgan namunaning	Suvga to‘yingan	Suvda suv bilan to‘yingan	γ_j	γ_{nam}

Nazorat savollari

1. Asbestni kimyoviy tarkibi qanday minerallardan iborat
2. Asbestni tarkibidagi suv qanday xollarda uchraydi
3. Asbestni tarkibidagi suv necha foizni tashkil etadi
4. Asbestga ishlov berishda qancha miqdorda suv solinadi
5. Asbestsement suspenziyaning namligi necha foizni tashkil etadi
6. Asbestni namligi qaysi usullar bilan aniqlanadi
7. Asbestsement qatlamini namligi qanchaga teng

18-§ Asbest sement kompozitsion materiallarni qoliplash jarayoni

Bir qator texnologik jarayon nihoyasida asbest-sement aralashmasidan hali batamom qotmagan yarimtayyor yaxlit taxtasimon yoki quvur kabi buyumlar olish jarayoni qoliplash deb aytiladi. Asbest-sement aralashmalarni namlik darajasiga ko'ra qoliplashning bir necha usullari mavjud:

- 1) Asbest-sement suyuq aralashmasini nam miqdorli omixtasidan (20% bo'ladi) buyumlar qoliplash;
- 2) yuqori miqdorda omixtadan (50-60%) olish;
- 3) quruq asbest-sement aralashmasidan buyumlar tayyorlash;

Hozirgi paytda buyumlarning deyarli barchasi birinchi usulda olinadi. Usulning qisqacha tavsifi. Asbest-sement aralashmasi temir to'rlar orqali o'tkaziladi va shimuvchi mato yordamida kerakli o'lchovdagi qatlam silindrsimon moslamaga o'rash orqali hosil qilinadi. Qatlam hosil qiluvchi mashinalarning (2) silindrsimon aylanma moslamasi bir nechta bo'ladi. Ikkita silindrsimon aylanmasi bor mashinaning konstruksiyasi va ishlash tarzini k'rib chiqamiz. Mashina tarkibidagi vannaga doimiy ravishda asbest-sement aralashmasi quyilib turadi. Vannada temir to'siq va asbest hamda sement donachalari cho'kib qolmasligi uchun aylanma harakatqiluvchi ikkita temir aralashtirgich bor. Vanna (a) ichida, ustki qismi temir to'r bilan qoplangan ichki qismi bo'sh silindrsimon aylanma harakatqiluvchi moslama bo'ladi. Silindrsimon moslamaning chetki qismlari ochiq va mahsus zichlovchilar yordamida metall xovuzning yon qismi bilan birikkan bo'ladi. Vannaning yon tomonlarida oqizish uchun darchalar bo'ladi, shuning uchun silindrsimon moslamalarning ichidagi suyuq aralashma miqdori uning aylantiruvchi o'qdan pastda bo'ladi. Silindrsimon moslamalar (b) yuzasiga o'q yordamida shimuvchi mato (g) joylashdi va u o'q (k) yordamida harakatga keltiriladi. Mana shu o'q aylanuvchi moslama (p) ni harakatlantiradi (53 rasm).

Vannaga suyuq omixta silindrsimon moslamaning aylanma o'lchamini $\frac{3}{4}$ qismini qoplaguncha quyiladi. Temir to'rli silindrsimon moslamaning ichidagi suyuq omixta miqdori chegarasi vannadagidan ancha pastda bo'ladi, shuning

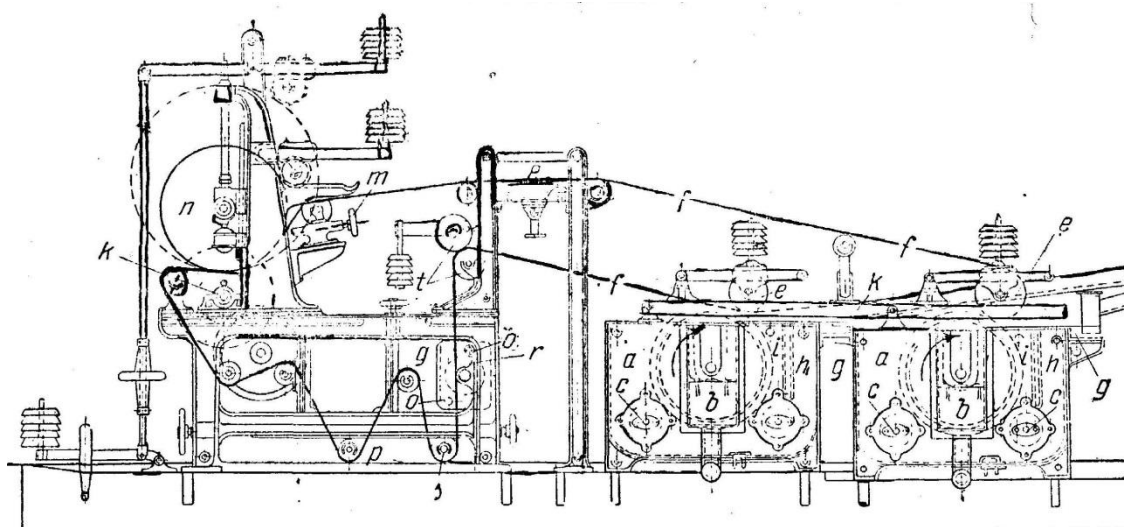
uchun suyuqlik tarkibidagi suv temir to'ring teshiklaridan o'tib vanna yon tomonidan joylashgan darchalar orqali oqib chiqib ketadi. Asbest tolasi va sement donachalari esa to'rda ushlanibqoladi va namligi 70%, qalinligi 1,2-1,8 mm bo'lgan qatlamni hosil qiladi. Suvning miqdorini kamaytirish uchun yuk yordamida temir to'rli silindrsimon moslamaga valning (e) bosimi oshiriladi.

Hosil bo'lgan qatlam mato yordamida ajratib olinadi va yupqa qavat tarzida uning yuqori yuzasida joylashadi. Shundan so'ng qatlamlimato havosi so'rib olingan moslamaga uzatiladi, unda qatlam tarkibidagi suv o'rtacha 6% miqdoriga kamayadi. Havosi so'rib olingan moslama (r) tuzilish jixatdan cho'yandan yasalgan cho'zinchoq quticha bo'lib, ustki qismi ochiq bo'ladi, naycha bilan ta'minlangan va havoni so'rib oluvchi bosqon bilan biriktirilgan. Quticha ichidagi va tashqarisidagi havoning miqdori har xil bo'lgani uchun havo mato va undagi asbest-sement qatlam orqali o'qar ekan, o'zi bilan suvning ma'lum miqdorini olib ketadi.

Qoliplashning oxirgi qismida qatlamning zichligi ortadi va undagi ortiqcha suv miqdori qoliplovchi silindrsimon moslama (p) va zichlovchi val orasidagi bosim o'rtacha 400-450 N/sm oshadi. Zichlash natijasida asbest sementning namligi 23-24% ga kamayadi. Asbest qatlam matodan ajratilib silindrsimon moslamaga kerakli qalinlikdagi qatlam hosil bo'lguncha o'raladi. Qatlam hosil bo'lgach kesuvchi moslama (t)ishga tushadi va uni o'q chizig'i bo'yicha kesadi. Hosil bo'lgan qavatning o'rtacha qalinligi 0,9-1,1 mm ga etgach kesuvchi moslama qatlamni har 35-45 sekundda kesib turadi.

Ish davomida asbest-sement omixtasini temir to'rli silindrsimon moslamaga undan mato yuzasiga va matodan qoliplovchi silindrsimon moslamaga o'tishi davomida temir to'r teshiklarida va matoda oz miqdorda asbest tolasi va sement donachalari ushlanib qoladi. Agar uni tozalab turilmasa mato teshiklari batamom to'lib, undan suvning sizib chiqishi to'xtaydi. Shuning uchun temir to'rni (o) quvur orqali suv yuborib tozalanadi. Matodan qoldiqlar havosi so'rib olingan quticha va uning ochiqqismini ustiga o'rnatilgan yuvuvchi quvur orqali yuborilgan suv yordamida tozalanadi. Keyin mato ikkinchi

yuvuvchi moslamaga uzatiladi, unda ikkita yuvuvchi quvur bo‘ladi. Yuvilgandan so‘ng mato vallarga (d-r) uzatiladi, so‘ng esa yana temir to‘rli silindrsimon moslama (b) ga uzatiladi.



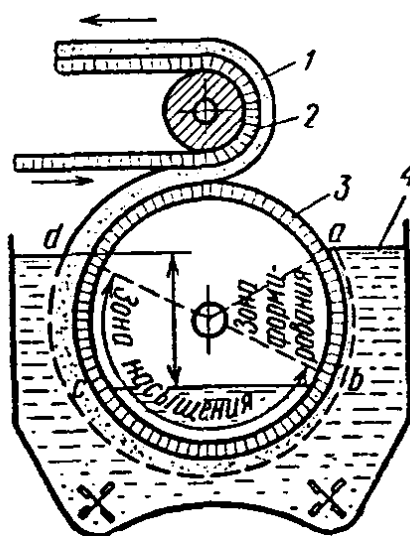
53- rasm. Qatlam hosil qiluvchi mashina

Qatlamning qanday hosil bo‘lishi, uning qalinligi va zichligi tayyor mahsulotning ko‘p xossalarini belgilab beradi, qancha hosil bo‘lishi esa qoliplovchi mashinaning unumdorligini belgilaydi. Qoliplovchi mashinalarda olib boriladigan jarayon bir necha bosqichlardan iborat. Ulardan birinchisi to‘rli silindrsimon moslamada birinchi qatlamni hosil bo‘lishi bu asbest-sement aralashmasini suvning sizib chaqarish orqali amalga oshiriladi. Ikkinchi bosqichda suvni miqdori havosi so‘rib olingan quticha yordamida yanada ham kamaytiriladi. Uchinchisi - asbest-sement qatlamni qoliplovchi silindrsimon moslama va zichlovchi vallar orqali bir necha marta o‘tkazish, qatlamdagi suvning miqdorini kamaytirishdan va uni zichlashdan iborat.

Suvni sizib chiqarish - bu tarkibi bir bo‘lmagan suyuq aralashmalarnig‘ovakli to‘sinlar yordamida ajratishdan iborat. Asbest-sement qatlamini olishda ana shu g‘ovakli to‘siq -temir to‘rli silindrsimon moslamadir. Sizib chiqarish odatda, idishdagi ajratilgan qismlarda mavjud bo‘lgan bosimning harxilligi tufayli suyuqlikning to‘siqlarning teshiklaridan o‘tishi. Sizib chiqarish natijasida temir to‘rli silindrsimon moslama teshiklaridan suv o‘tadi, uning yuqori qismida esa suv bilan to‘yingan

asbest, sementdonachalaridan iboratqatlam qoladi. Temir toʻrli silindrsimon moslama vanna ichida joylashgan, uning maʼlum qismigacha asbest-sementning suyuq aralashmasi bilan toʻldirilgan. Silindrsimon moslama ichida oz miqdorda suyuq omixta boʻladi. Vanna ichidagi esa silindrsimon moslamadagi aralashmalarning bir-biridan farqqilishi gidrostatik bosimnihosil qiladi va uni taʼsirida sizib chiqish jarayoni davom etadi. Temir toʻrli moslama doimiy ishlaydi va maʼlum tezlikda aylanma harakatqiladi. Moslama ustida asbest-sementqatlamini hosilboʻlishi silindrsimon moslamani suyuq omixtaga qanchalik botirilganiga bogʻliq.

Endi birlamchiqatlam qanday hosil boʻlishini koʻrib chiqamiz. Maʼlumki, temir toʻrli filtrlovchi silindrning yuzasi bronzadan yasalgan toʻr boʻlib, uning teshiklarinioʻlchami $0,2 \times 0,4$ mm boʻladi. Ushbu toʻrda tor boʻlak "m"ni ajratib olamiz. Temir toʻrli moslama soat strelkasiga qarama-qarshiyoʻnalishi aylanadi. "m" boʻlak harakat davomida toʻrni yuvuvchi quvurga toʻgʻri kelsa, u suyuq aralashma tarkibidagi suv bilan yuviladi. Bunda suvning bir qismi temir toʻrli silindrsimon moslama ichiga quyiladi, birqismi esa sachrab vannaga quyiladi va undagi asbest-sement aralashmaning miqdorini oʻzgartiradi. Shundan soʻng "m" boʻlak omixtaga choʻkadi.



1 – asbotsement qatlami, 2 – mato, 3 – silindr, 4 – suyuq aralashma
54-rasm. Asbest sement birinchi qatlamining hosil boʻlish sxemasi:

Suvning omixta tarkibidan sizib o'tishiga to'rt qarshilik ko'rsatadi, chunki suv uningteshiklaridan bemalol o'tadi. Cho'ktirish vaqtida to'rtning teshiklari ochiq, shuning uchun asbesttolasi bilan bog'lanmagan sement donachalari erkin teshiklardan o'tib suv bilan silindrsimon moslama ichki qismiga o'tib ketadi. Xuddi shu paytda omixta tarkibidagi o'zaro birikkan sement donachalari va asbest tolasi ingichka qatlam hosil qiladi. Hosil bo'lgan asbesttolasidan to'rt o'tayotgan suvga uni ostidagi temir to'rtga qaraganda ko'prok qarshilik ko'rsatadi.

Qatlam qalinlashgan sari suvning sizib o'tishi sekinlashadi. Agar "m" bo'lak temir to'rtli silindrsimon moslama ichidagi suv yuzasini chegarasiga etsa, bosim oshishi to'xtaydi. Ya'ni silindrsimon moslama "m" bo'lakni cho'ktirilganda α burchakka burilganda, sizib o'tish doimiy bosimda o'tadi. Uning qiymati asbest-sement aralashmasini balandligi "h" o'zgarishi bilan belgilanadi. "m" bo'lak to'rtni keyingi harakati silindrsimon moslamani " α " burchakka burilishiga to'g'ri keladi, sizib o'tish jarayoni bosimning qiymati nolga tenglashguncha davom etadi. Sizib o'tish jarayonida bosimning qiymati o'zgaradi. Buni rasmda quyidagicha ifodalash mumkin (rasm 54). Gorizontal o'qqa silindrsimon moslamaning qanday burchaklarga burilishi qo'yiladi, vertikal o'qqa esa asbest-sement aralashmasining balandligi. Agar suyuq aralashmaning miqdori ikki tomonda teng bo'lsa; $\alpha_1 = \alpha$, rasmning ko'rinishi tekis bo'ladi.

Demak, agar vannadagi asbest-sement aralashmasining miqdori qanchalik ko'p bo'lsa va silindrsimon moslamani ichki qismida qanchalik kam bo'lsa, sizib chiqish shunchalik katta bosimda olib boriladi. Hidrostatik bosimning eng yuqori qiymati $70-75 \text{ g/sm}^2$. Asbest-sement qatlamining temir to'rtli silindrsimon moslamada hosil bo'lishi uchun 2-3 sekund kifoyadir. Agar asbest tolasi bir tekis qilib titkilab ajratilgan bo'lsa, birinchi qatlam mana shunday hosil bo'ladi. Tolalar tekis qilib ajratilgan bo'lmasa, unda og'ir tolalar suv bilan birga olib ketilmaydi va temir to'rtli silindrsimon moslamada va temir to'rtli silindrsimon moslamada ushlanib qoladi. Silindrsimon moslama

ustida hosil bo'lgan asbest-sement qatlamning zichligi har xil bo'ladi. Ustki yuzasiga yaqini zichroq, tashqisi esa bo'shiroq bo'ladi, ana shu bo'shiroqqismida erkin sement donachalari ko'proq bo'ladi. Oraliqda esa erkin sement donachalarining miqdori kamayadi. Birinchi qatlamning zichligining bir tekis bo'lmasligi mana shu bilan ifodalanadi. Shuning uchun qoliplovchi mashinalarning ishlash quvvati va tayyor mahsulotning sifati hosil bo'lgan qatlamning qalinligiga qarab ham belgilanadi.

Birlamchi qatlamning hosil bo'lishiga quyidagilar ta'sir ko'rsatadi:

- 1) vannadagi asbest-sement aralashmasining miqdori;
- 2) asbest-sement aralashmasining miqdori;
- 3) asbest-sement suyuq aralashmasini harorati;
- 4) xom ashyo xossasi;
- 5) asbest-sementli omixtaning qanday aralashtirilganligi;
- 6) temir to'rli silindrsimon moslamaning holati.

Bu aytib o'tilganlarga alohida izoh beradigan bo'lsak, har birini mahsulot olishda o'z o'rni bor. Ma'lumki, sizib chiqish tezligi gidrostatik bosimga bog'liq. Bosim qiymati va silindrsimon moslama ichidagi suv joylashish jixatdan qanchalik ko'p farqqilsa, birinchi qatlam shuncha tez hosil bo'ladi. Agar vannadagi suyuq aralashmaning miqdori juda yuqori bo'lsa, unda yuvuvchi quvurchalar aralashma ichida qolib ketishi mumkin, natijada temir to'rli silindrsimon moslamaning teshiklaridagi asbest-sement omixtasi kirib qolib, undagi suvning sizib chiqishini yomonlashtiradi.

2) Birinchi qatlamning qalinligi aralashmadagi asbest-sement aralashmaning miqdori ortishi bilan yuvib boradi. Lekin buning chegarasi bor, agar asbest-sementning suyuq aralashma tarkibidagi miqdori 16-17% bo'lsa, silindrsimon moslamaning unumdorligi kamayadi va birikish qatlamining qalinligi oshmaydi.

Vannadagi suyuq omixtada asbest-sement miqdori quyidagicha taqsimlanadi: birinchi vannada 10-14 % ; ikkinchi vannada 8-10 %; uchinchi vannada 6-8 %.

Birinchi vannadan uchinchisiga o'tganda aralashma miqdorini kamayishiga sabab, birinchi qatlamning qalinligi o'zgarishi bilan, unga ishlov beruvchi vallarning tasiri kamayadi. Vannadagi suyuq aralashmaning miqdori o'rtacha bo'lsa, unda qoliplovchi mashinaning ishunumdorligi ortadi. Asbest-sement omixtasini vannalardagi miqdorini bir xil bo'lishini ta'minlash uchun ortiqcha miqdor suyuq aralashma teshik orqali keyingi vannaga quyiladi. Natijada asbest-sement miqdori 3-vannadan 1-vannaga ortib boradi. Bunga sabab silindrsimon moslama suyuq aralashma ichidan chiqqanda uni yuqori yuzasidagi bo'sh qatlam yuvilib, oqib tushadi va moslamaning ikki tarafida asbest-sement aralashmasining miqdori har hil bo'lishiga olib keladi. Shuning uchun teshik orqali keyingi vannaga oqib chiqqan aralashma tarkibida asbest-sement miqdori ko'proq bo'ladi.

Agarda matoning harakat tezligi oshirilsa, bu ham asbest-sement aralashmaning miqdorini oshishiga olib keladi, chunki bunda suyuq aralashmada silindrsimon moslamaning bo'lish vaqti kamayadi, bu esa qatlam qalinligini kamayishiga olib keladi. Misol uchun agar mato harakat tezligi 52-55 % bo'lsa, miqdori 12-14 % bo'ladi.

3) Asbest-sement suyuq aralashmasi harorati. Suvning harorati oshishi bilan oquvchanligi kamayadi. Misol uchun, agar $T=100^{\circ}\text{C}$ -unda oquvchanlik $12,9\text{ g}\cdot\text{s}/\text{sm}^2$, agar 50°C bo'lsa - $5,49\text{ g}\cdot\text{s}/\text{sm}^2$. Shuning uchun asbest-sement aralashmasini haroratini ortishi temir to'rli silindrsimon moslamada qatlamning hosil bo'lish tezligini oshiradi. Harorat malum darajada bo'lishi kerak, aks xolda sementning suv bilan birikishi tezlashib, kolloid fraksiyalar hosil bo'ladi.

Hozirgi paytda ko'pgina korxonalarda asbest-sement aralashmasining harorati $30-40^{\circ}\text{C}$ qilib qabul etilgan.

4) Xom ashyo xossalarining ta'siri. Aniqlashlarga ko'ra ayrimlari sizib o'tkazish jarayonida suvni osonlik bilan ajratadi va bu silindrsimon moslamaning ish unumdorligini oshiradi. Asbest-sement suyuq aralashmasini sizib o'tkazish xossalarini, aralashma tarkibiga sun'iy mineral tolalar, maxsus organik moddalar qo'shish orqali oshirish mumkin.

5) Temir to'rtli silindrsimon moslamaning ish unumdorligini asbest-sement suyuq aralashmasini bir tekis aralashtirish orqali oshirish mumkin. Shuning uchun ta'minlashidan so'ng aralashtirgich moslama o'rnatilmoqda, bu asbest-sementli omixtani bir xil qilib aralashtirishga imkon bermoqda.

6) Asbest-sement omixtasini vannada aralashtirish ham muhim o'rin tutadi. Aralashtirish ma'lum tezlikda olib borilishi kerak, aks xolda hosil bo'layotgan qatlamning mustahkamligi, qalinligi ta'minlanmaydi yoki asbest-sementli qatlamning katta mustahkamligiga ega bo'lgan bo'laklari hosil bo'ladi.

Asbest-sementli qatlamning hosil bo'lishiga aralashtirgichning harakat yo'nalishi ham ta'sir ko'rsatadi. Agar aralashtirgich yo'nalishi temir to'rtli silindrsimon moslama bilan bir xil bo'lsa uning ish unumdorligi ortadi (aylanish davri 180-200 aylan/min). Asbest-sement omixtasini doimiy aralashtirib turish, asbest tolasini yo'naltirishga ham ta'sir ko'rsatadi. Jumladan, silindrsimon moslamaning aylanish davri qancha katta bo'lsa va tola qanchalik uzun bo'lsa, u shuncha katta bo'ladi. Shuning uchun asbest-sement o'zaro perpendikulyar yo'nalishlarda har hil mustahkamlikka ega bo'ladi va buni to'g'irlash uchun aralashtirgichlarning aylanish davrini topish kerak. Ba'zan hosil qilinayotgan asbest-sementli buyumlar har hil qalinlikda bo'lishiga yo'l qo'ymaslik uchun aralashtirgich o'zgartiriladi.

7) Birinchi qatlamning hosil bo'lishiga temir to'rtli silindrsimon moslamani yuvishi ham ta'sir ko'rsatadi. Bundan tashqari unga ishqalanish kuchi, markazga intilish kuchi ham ta'sir ko'rsatadi. Markazga intiluvchi kuch qiymati silindrsimon moslamaning aylanish tezligiga bog'liq.

Qoliplash mashinalarining ish unumdorligi mato harakat tezligining ortishi bilan oshadi. Lekin asbest-sement omixtasi miqdori oshishi bilan uning oquvchanligi ortadi, agar aralashtirish bir hil bo'lmasa oquvchanlik yana ham ortadi. Natijada hosil bo'lgan ishqalanish kuchining ta'siri ortadi va bu hosil bo'layotgan qatlamning buzilishiga olib keladi. Mana shuning uchun aralashtirishda doimiy ta'minlash muhim ahamiyatga ega.

List qoliplovchi mashinani ish unumdorligi temir turli silindrini

unumdorligiga bog'liq. Temir turli silindr ish unumdorligi silindrning foydali uzunligiga (bu uzunlik deganda, silindr ustida hosil bo'ladigan asbest-sement aralashmasini birinchi qatlami tushuniladi), birinchi qatlam silindrligiga va mato harakat tezligiga to'g'ri proporsionaldir. Temir to'rli qism ish unumdorligi xamda silindrsimon moslamaning ish unumdorligi yig'indisiga teng.

Asbest-sement qatlamining (3-4 ta birinchi qatlamlardan iborat, bular qancha silindrsimon moslama borligiga bog'liq) o'rtacha qalinligi 0,8-1,6 mm bo'ladi.

Qoliplash mashinalarning ish unumdorligini uning silindrsimon aylanma o'lchamini kattalashishi bilan ortadi, bu esa omixtasini yaxshi sizib o'tishiga va gidrostatik bosimni o'sishiga ta'sir ko'rsatadi. Qoliplash mashinaning nazariy sutkali unumdorligi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$Q_c = B \cdot V \cdot \Delta \cdot 60 \cdot t \cdot K \quad \text{m}^3$$

bu erda:

V – qoliplash barabanidan ochilgan listni eni, mm;

V – matoni tezligi, m/min;

Δ - asbestsement qatlamini qalinligi, m;

t – mashinani sutkasida ishlash soati;

K –kesish jarayonida list yuzasini kamayishini hisobga oluvchi koeffitsient $K=0,95$.

Qoliplash mashinaning sutkadagi unumdorligi aniqlanadi:

$$N = \frac{Q_c}{q_1}$$

bu erda –mashinani sutkali unumdorligi, m^3 ;

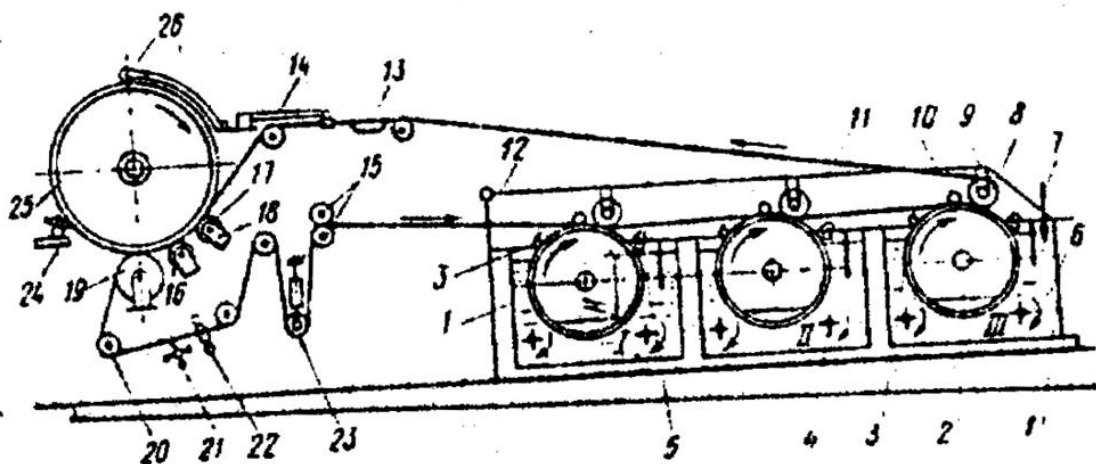
q_1 - bir buyumdagi asbestsement massasini hajmi, m^3 .

19-§ Asbest sement kompozitsion listlarni ishlab chiqarish

Quvursimon aralashtirgichda asbest-sement aralashmasining konsentratsiyasi 28-30% ni tashkil qilsa, cho'michli aralashtirgichda 20-22% ni, qoliplash mashanasiningvannalarida esa 10-14% ga teng bo'ladi. Shuning

uchun vannalarga choʻmichli aralashtirgichdan kelib tushayotgan aralashtirmani suyultirish uchun rekuperatordan maʼlum miqdorda suv qoʻshib turiladi. Bunga sabab aralashtirgichdagi aralashmaning konsentratsiyasi birdanoʻzgarib tura olmaydi, shuning uchun qoʻshilayotgan suvning miqdorini shunday oʻzgartirish kerakki, natijada vannaga kelib tushayotgan aralashmaning konsentratsiyasi doimiy qiymatga ega boʻlsin. Meʼyorga keltirish uchun qoliplash mashinalarining taʼminlagich qismlari hizmat qiladi.

Hozirgi paytda qoliplash mashinalarning taʼminlash usullaridan biri bu ketma-ket tizma usulidir. 55 rasmda koʻrsatilganicha aralashma va suv aralashtargich idish (2) va undan tarnov (3) orqali mashinani uchinchi vannasi (4) ga kelib tushadi. Ikkinchi vannaga (6) aralashma (4) vannadan kelib tushadi. Birinchisiga (7) oltinchidan toʻlib toshib toʻsiqlar (5) orqali, vannalarga oʻzaro tutashadigan darchalarga kelib tushadi. Vannalar bir tekislikda yoki har hil oʻrnatilgan boʻladi. Vannalardagi aralashma konsentratsiyasi oʻzgarib turadi, bunga sabab asbest-sement zarrachalarini temir toʻrga aylanishi tufayli batamom choʻkib oʻtirmasligidir. Temir toʻrda ushlanmagan zarrachalar vannalarga oʻtgach choʻkadi va natijada aralashmaning konsentratsiyasini oʻzgartiradi. 4-vannada, 3-ga qaraganda aralashma konsentratsiyasi koʻproq, 6- da 4 ga qaraganda va 7-da esa 6-ga qaraganda koʻp boʻladi. Har bir vannadagi aralashma konsentratsiyasi shu vannaga tushayotgan aralashmani ushlanib qolish koeffitsientiga (K_{u-k}) boʻlgan nisbati bilan belgilanadi.



55-rasm. List qoliplash mashinaning sxemasi.

K_{u-k} ma'nosi - umumiy massa tarkibidan ajratma va qatlam sifatida olinadigan, massasi "m" bo'lgan zarrachalar, xajmi "V" va konsentratsiyasi "C" bo'lgan filtrlangan aralashmada vaqt birligida qaysi qismini tashkil qilishini ko'rsatadi.

Agar biz o'tib ketishi mumkin bo'lgan zarrachalar miqdorini xisobga olmay, konsentratsiyasi "C", xajmi "V" bo'lgan aralashmadagi qattiq faza massasini, temir setkali moslama vannalardan oladigan aralashma konsentratsiyasidagi a_v qattiq faza massasiga tenglasak, unda

$$K. u. k. = \frac{C V}{a_b};$$

yoki bo'lmasa $K. u. q. = a_{suyuq} / a_v$,

Ya'ni vannalarga kelib tushadigan aralashma konsentratsiyasini, undagi aralashma konsentratsiyasiga bo'lgan nisbati **aralashmani ushlab qolish koeffitsienti** deb yuritiladi. K.u.q. odatda aralashma konsentratsiyasiga, matoni harakatlanish tezligiga, va boshqa omillarga bog'liq.

Shuning uchun vannalardagi aralashma konsentratsiyasini bir tekisda ushlash qiyin. Buni engillashtirish uchun, 4 vannaga uchta silindrsimon moslama o'tkazib yuborishi mumkin bo'lgandan ko'proq miqdorda aralashma solish kerak, ortig'ini yig'ish uchun esa maxsus moslama (8) qo'yish kerak, odatda "yolg'ondakam" vanna deb ataladi. Bu vanna to'lib qolmasligi uchun, undan haydagich yordamida aralashma aralashtiruvchi idishga (2) yuboriladi. Bu usul vannalarga kelib tushayotgan "yangi" aralashma miqdorini hamda K.u.k. o'zgartirish mumkin va bu bilan vannalardagi konsentratsiya farqini boshqarishga imkon beradi. Bu usulni afzalliklaridan biri, qoliqlash mashinasini boshqarishini osonlashtiradi. "Yolg'ondakam" vannadagi suzib yurgich (9) bilan birlashtiruvchi quvur (I) orqali quyiladigan suv esa o'z o'rnida ta'minlashni avtomatlashtirishga imkon beradi, bunda faqat aralashmaning doimiy chegarasini belgilash mumkin, lekin uning miqdorini emas. Bu usulni kamchiliklaridan biri, to'rsimon silindrlar har hil

konsentratsiyadagi aralashmani ishlatadi, ya'ni hosil bo'layotgan qatlamlar har hil tuzilishga ega, bu esa o'z o'rnida asbest-sement buyumlarini bir hil emasligi kabi kamchiligini oshiradi. Natijada qoliplash mashinalarini eng yuqori ishlab chiqarish quvvatiga olib chiqishga imkon bermaydi, shuning uchun maksimal konsentratsiyali aralashma faqat bitta vannada bo'ladi.

Umuman, qoliplash mashinalarni ta'minlashdan maqsad, ularning ta'minlash tartibini o'zgartirish, o'rta xolga olib kelish, bunday har hil o'zgartirishlar orqali esa uni ishlab chiqarish quvvatini imkoni boricha yuqori bo'lishiga erishish, mahsulotning sifatini esa davlat standart talablariga javob bera oladigan darajaga ko'tarish kerak. Ta'minlashni eng asosiy usulini ko'rib chiqamiz. Bunda aralashmaning xossalari va harorati eng yaxshi holatda qanday bo'lishi kerak bo'lsa, shunday deb faraz qilamiz. Yaxshi holatni vujudga kelishiga to'sqinlik qiluvchi qoliplash mashinasining to'rsimon qismi bilan bog'liq sabablar bo'lishi mumkin; vannalardagi aralashmaning konsentratsiyasi va uning sathi.

Agarda boshqarishni olib borish yo'llarini ko'rib chiqadigan bo'lsak, ko'pincha aralashtirgichdagi aralashma konsentratsiyasi o'zgartiriladi. Aralashtirgichdan aralashma konsentratsiyasi oshadigan bo'lsa, unda mashina vannalariga kelib tushayotgan aralashma konsentratsiyasi o'zgarmasligi uchun, boshqarishni uch xil usulidan biridan foydalanish mumkin.

1) Berilayotgan suvning xajmini o'zgartirilmay aralashtirgichdan kelayotgan aralashmani kamaytirish.

2) Aralashtirgichdan kelayotgan aralashmani o'zgartirmay suyuqlantirish uchun berilayotgan suvning miqdorini oshirish.

3) Baravariga aralashtirgichdan kelayotgan aralashma miqdorini kamaytirishni va berilayotgan suv xajmi oshirishni bir vaqtda bajariladi.

Malumki qoliplash mashinasini yaxshi ishlashi uchun vannadagi aralashmaning sathi o'zgarmasligi kerak. Agar qaytib o'tilgan uch xil usullardan birinchisini qo'llaydigan bo'lsak, unda vannadagi aralashmaning

sathi kamayadi, chunki unga kelib tushayotgan aralashma miqdori o'rtacha miqdordagidan kamaygan, ikkinchi usulda teskarisi bo'ladi, ya'ni vannadagi aralashma sathi oshadi. Uchinchi usul bilan o'rtacha miqdorni saqlab qolish mumkin, faqat buning uchun bir shart bajarilishi kerak- qancha miqdorda aralashmakamaytirilsa, shuncha xajmda berilayotgan suvning miqdori oshirilishi kerak. Vannaga kelayotgan aralashma konsentratsiyasining o'zgarishi aralashtirgichdagi konsentratsiya o'zgarishi hisobiga hamda boshqa sabablarga ko'ra oshmasa shu usuldan foydalanib barqaror o'rtacha miqdorga erishish mumkin

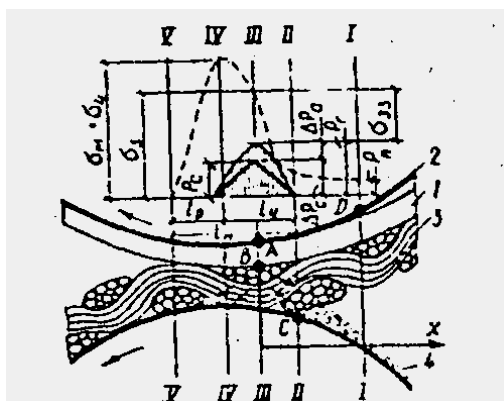
Asbest-sement qatlamini zichlash jarayoni. To'rsimon silindrda aralashmani filtrlash orqali hosil qilinadigan asbest-sementliqatlamining namlik darajasi yuqori -83 % gacha, g'ovaklik darajasi 93% va mustahkamligi past - 10 MPa ga teng bo'ladi. Bunday qatlamdan yaxlit taxtasimon yoki quvurlar kabi buyumlar ishlab chiqarish uchun uni oldin zichlash, xamda undagi suvning miqdorini kamaytirish orqali erishish mumkin.

Aralashmani filtrlab hosil qilingan asbest-sement qatlamlar sizib 2 marta zichlanadi: to'rsimon moslamadan siquvchi g'altaklardan o'tkaziladi, keyin esa qoliplash moslamalarida jipslashtiruvchi g'altaklar orqali o'tkaziladi, quvurlar ishlab chiqarishda esa tayanch g'altaklar va qoliplovchi valdan o'tkaziladi.

Siquvchi va jipslashtiruvchi g'altaklarda olib boriladigan jarayon bir-biriga o'xshash bo'lgani uchun biz faqat jipslashtiruvchi g'altaklar orqali o'tadigan jarayon mohiyatini ko'rib chiqamiz.

Mato 3 va asbest-sement qatlam 1 V-V kesimdan I-I kesimga almashish boracida aylanma qoliplash moslamaci 2 yuzasi bilan uchrashadi va S nuqtasida esa jipslashtiruvchi g'altak yuzasi bilan uchrashadi (56-rasm). Bunda qatlam V-V va IV-IV kesimlar orasida aylanma qoliplash moslamasi yuzasiga mato orqali yopishadi va IV-IV II-II kesim yuzasida esa mato va qatlam g'altaklar o'zaro bir-biriga yaqinlashuvi tufayli siqiladi. Keyin II-II va I-I lardan so'ng o'qlar orasidagi masofa oshadi va tushayotgan og'irlik

pasayadi va 1-1 dan so'ng umuman sezilmaydi. Qatlam va mato bir marta aylanish xisobiga qatlam ham siqiladi va bo'shatiladi, ya'ni bunda zichlanish kuzatiladi. Qatlamning harakati davomida g'altak yuzalari orasidan o'tishi orqali zichlanish, yurgizish orqali zichlash deb ataladi. Agar yurgizish orqali zichlash jarayonini bir necha marta qaytarish orqali olib borilsa, unda zichlanish davriy zichlanish deb ataladi.



1-qatlam; 2-qoliplovchi aylanma moslama; 3-mato; 4-zichlash o'qi

56 -rasm. Nam asbest-sement qatlamining zichlanishini ko'rsatuvchi tasvir

IV-IV va II-II oralig'idagi masofa cho'zish oralig'i deb ataladi. U o'z o'rnida - zichlash oralig'i IV-IV va II-II, hamda kengayish oralig'i II-II va I-I ga bo'linadi. Oraliq uzunligi deb ularning soyasining uzunligini gorizontaal O-M va M-O_k bo'lgan nisbati tushuniladi.

V-V va IV-IV masofalarni **yopishish oralig'i** deb ataladi. Agar mato qalinligi 0,45 sm bo'lsa, uning cho'zilish oralig'i uzunligi II-II kesimda, 4-5 sm, zichlash oralig'i 2,5 sm teng, ya'ni cho'zish oralig'i uzunligi bo'yicha zichlanish kerak bo'lgan birinchi qatlam qalinligidan 50 marta ko'p bo'ladi.

Zichlovchi yuzalarning aylanma bo'lishi esa o'z o'rnida, mato va qatlamining siqish qalinligini va cho'zish oralig'i uzunligi bo'yicha bosimni bir xil bo'lmasligiga olib keladi. Mato va qatlamning siqilish darajasi boshqacha qilib aytganda bosimi IV-IV kesimidan II-II kesimga qarab oshadi. II-II va I-I kesimda mexanik bosim nolga teng, IV-IV va V-V kesimda bosim kattaligi 0 dan farq qiladi va qoliplovchi moslamaga tarang qilib tortilgan mato bosimiga teng bo'ladi. Zichlash muddati hosil bo'layotgan qatlamni

sinish va bo'shatishga ketadigan muddatlarning yig'indisiga teng va qatlamni teng vaqt ichida zichlash va kengayish oralig'idan o'tishiga to'g'ri keladi. Davr 0,08-0,04 sekundga teng.

Dumaloq to'rli qoliplash mashinalarida zichlash asosan, mato oralig'idagi va qatlamdagi suvni siqib chiqarishdan boshlanadi. Siqib chiqarilgan suv qatlamga tik yo'nalishda harakatlanadi, jipslashtiruvchi g'altak va qoliplovchi moslamada zichlanishda esa suv pastga, matoga qarab harakatlanadi. Suvning ikki tomonidan oqib chiqishi, qatlam oralig'iga ta'sir qiladigan suv bosimini kamaytiradi, chunki bunday bo'lmasa bosim ostida qatlamni uzilishiga olib kelishi mumkin. Xamma suv, chuzish jarayonida, zichlanish oralig'idan yo'nalishda yuboriladi, ya'ni qatlamning harakatlanuvchi yo'nalishida va unga qarab III-III kesim esa bu ikki to'plamni ajratadi, kengayish oralig'ida suv matoga shimiladi, yopishish oralig'ida esa suv matodan ham va qatlamdan ham sizib chiqmaydi, chunki solishtirma bosimning qiymati siquvchi g'altaklar hosil qilayotgan bosimnikidan kichik bo'ladi, odatda mato va qatlam oralig'idagi suvning harakati zichlash davomida gidrodinamik bosim ta'sirida boradi. Eng katta bosim III-III kesimga to'g'ri keladi. Mato oralig'idagi IV-IV kesimdagi suvning bosimi, unga ta'sir ko'rsatayotgan kuch kattaligi bilan aniqlanadi, ya'ni bu shunday kuch bo'lishi kerakki, uning ta'sirida mato oralig'idagi suv tashqariga chiqa olsin. Agar qatlamning qaysi bir qismida bo'lsa ham cho'zish oralarida suvning bosimi uning bo'shlig'ida hosil bo'ladigan siljishdagi mustahkamlagandan ortib ketsa, qoliplash mashinasini jipslashtiruvchi qismida birinchi xavfli sharoit vujudga keladi, natijada zichlangan asbest-sement buyumda darz ketgan joylar hosil bo'ladi.

Asbest-sement buyumning mustahkamligini o'lchaganda, kamayishi ham qoliplangan yangi buyum tayyor emasligini ko'rsatadi. Bunda aralashmaning konsentratsiyasini kamaytirish bilan mashinaning ish unumdorligi kamayadi. Natijada matodagi qatlam qalinligi kamayadi, yoki bo'lmasa aralashma tayyorlashda tola o'lchami uzun bo'lgan asbest ishlatiladi. Bundan tashqari

asbest va sementni o'zaro ta'sirini hamda siquvchi g'altaklar ta'sirida bo'ladigan o'zgarishlarni ham xisobga olish kerak. Siquvchi g'altakdan o'tgan va zichlanishi yuqori bo'lgan qatlamni texnologik jarayoning oxirgi bosqichni - zichlash davomida buzilishi extimoli juda kam bo'ladi. Qoliplash mashinalarning ish unumdorligini oshirish uchun uning qoliplash aylanma moslamasiga qo'shimcha zichlash g'altaklari yoki bo'lmasa ularning aylanma o'lchamlarini oshiriladi. Jumladan, agar uchta g'altaklar bo'lsa siqish uch bosqichda amalga oshiriladi.

Asbestsement qatlamini vakuumlash va qirqish jarayoni. Asbestsement qatlami sim to'rtli silindrsimon moslamadan katta matoga olingach havosi siyraklashtirilgan muhitda moslamaga uzatiladi. Bu moslamadan o'tgandan so'ng qatlamning namligi taxtasimon buyumlar qoliplovchi mashinalarda 48-50 dan 34-40 % ga, quvurlar qoliplash mashinalarda esa 52-54 dan 44-46 % ga kamayadi. Asbestsement qatlam namlik darajasini kamaytirish oldidan suvi serob bo'lgan sistemadan tashkil topgan bo'ladi.

Namlik darajasini kamaytirish ham uch bosqichda olib boriladi:

1) qatlam siqiladi va uning bo'shliqlarida bo'lgan suv havota'sirida siqib chiqariladi, qatlamning mustahkamligi ortgach, ta'sir ko'rsatayotgan havo bosimning keyingi siqishga kuchi etmaydi va namlik darajasini kamaytirish qatlamni siqmasdan olib boriladi.

2) havo suvni bo'shliqdan siqib chiqaradi. Bu bo'shliqdan so'rib olinayotgan havo bermalol o'tadi. Suv esa moslama devorlarida yupqa qatlam xolida qoladi;

3) bo'shliqlardan o'tayotgan havoo'zi bilan bir qism suvni olib chiqib ketadi. Bu uchala bosqichni davom etish muddati sekundni yuzdan biriga to'g'ri keladi.

Namlik kamaytiruvchi moslamaga kelib tushguncha asbestsement qatlami bosim yordamida jipslashtiriladi. Shuning uchun namlik darajasini kamaytirish moslamasidagi tashqi va ichki bosim farqini katta bo'lishi tufayli, qatlam siqilmaydi, shuning uchun biz aytib o'tgan uchta bosqichdan birinchisi

bo'lmaydi. Faqat ikkinchi va uchinchi bo'lishi mumkin. Yumaloq to'rsimon mashinalar uchun asosan ikkinchi xosdir, chunki qatlam siquvchi g'altaklar yordamida o'rtacha 0,3 MPa bosimda jipslashtirilgan, bu bosim o'lchami havoni moslama tashqarisida qatlamga ko'rsatayotgan bosim o'lchamidan katta. Shuning uchun agar qatlam namlik darajasini kamaytiruvchi moslamadan o'tmasa u qoliplovchi silindrsimon moslamadan olishda uzilib ketishi mumkin. Namlik darajasini kamayishi esa qatlamning xajmiy massasini kamaytiradi, suv yutish xususiyatini oshiradi va qovushqoqligini kamaytiradi. Namlik darajasi kamaytirilmagan qatlamni qoliplovchi silindrsimon moslamadan olib bo'lmaydi. Rotatsion qaychilar bilan kesilgan bo'laklar to'lqinsimon qilib ishlashgan temir qoliplarga shunday yotkiziladiki, bunda uning pastki yuzasi batamom qolipni egallashi kerak. Buning uchun bo'lak ustidan, uning xamma to'lqinsimon chuqurliklarini diametriga teng bo'lgan silindrsimon juvalar bilan botiriladi. Bo'lak nam bo'lgani uchun uni qolipga joylanganda bo'lak shu qolip bo'yicha bukiladi. Bunda bo'lak aylanasi markazidan uzoq bo'lgan qavatlar cho'ziladi, markazga yaqinlari esa siqiladi. Cho'zilish va siqilishlarning kattaliklari to'lqinsimon temir bo'lakning bukilgan yuzasini yarim doira o'lchamini kamayishi va asbest-sement bo'lakning qalinligini ortishi bilan ortadi. Shunday qilib, asbest-sement bo'lakning tashqi yuzasi cho'zilishi, ichki qismi esa siqilish deformatsiyasini oladi. Agar biz betaraf qatlam, ya'ni asbest-sement bo'lakning shunday bir qatlami (unda hech qanday deformatsiya bo'lmaydi) uning markaziy qismidagi kesim yuzasidan o'tsa, unda asbest sement bo'lakning tashqi yuzasini nisbiy uzayishi quyidagicha ifodalanadi:

$$E = \frac{2\pi(\tau + S) - 2\pi(\tau + S)}{2\pi(\tau + \frac{S}{2})} = \frac{S}{2\tau + S}$$

lekin S doim 2τ dan kichik bo'ladi, unda maxrajdagi ni hisobga olmay tenglamani quyidagicha yozish mumkin.

$$E = \frac{S}{2\tau}$$

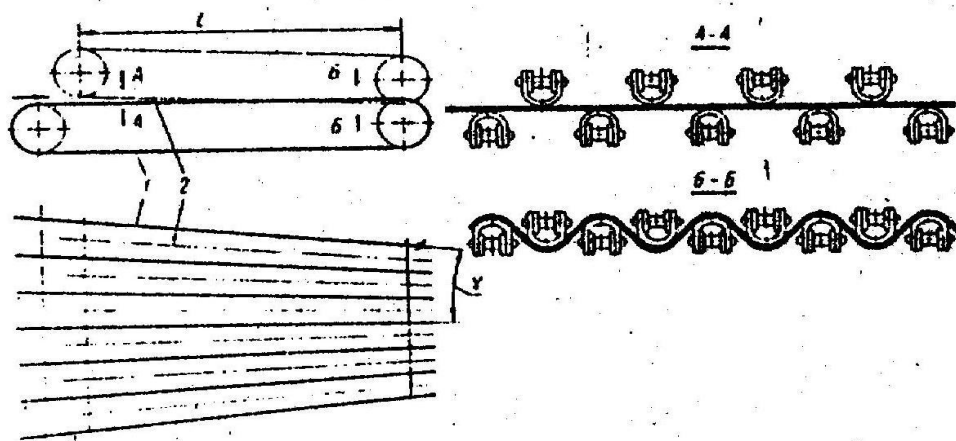
ya'ni uzayish bo'lak qalinligiga to'g'ri proporsional, qoliplanishi kerak bo'lgan

yuza diametriga teskari proporsional bo'ladi.

Agar E ma'lum qiymatdan oshib ketsa, asbest-sement bo'lakning cho'zilgan qismida darz ketgan joylar hosil bo'ladi, bular esa o'z o'rnida bo'lakning mexanik mustahkamligini kamayishiga va sovuqqa chidamlilik xususiyatini yomonlashishiga olib keladi. Agar asbest-sement bo'lak qanchalik ishlov berish uchun qulay bo'lsa (bu esa xom ashyo sifatida titkilab ajratilganiga, sementning qanchalik mayda tuyilganiga bog'lik) Eqiymati shunchalik katta bo'ladi. Qolipdan chiqqan asbest-sement bo'lakning yuzasi darz ketmasligi uchun, asbest tolasini imkoni boricha maydalash va mayda tuyilgan sement ishlatish lozim.

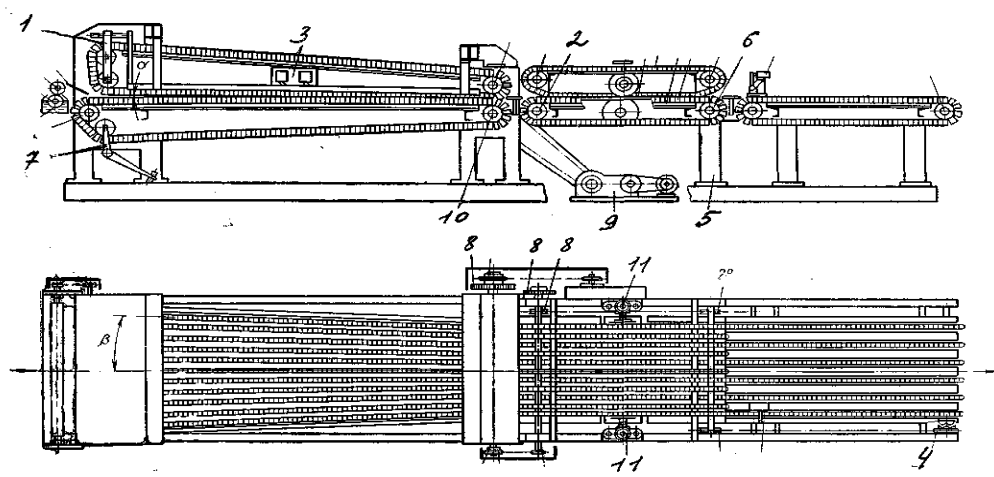
Bulardan tashqari suspenziya miqdoriga organik birikmalar yoki boshqalar qo'shiladi, bular yangi qolipdan chiqqan bo'laklarni qayishqoqligini oshiradi. Bo'laklar qalinligi ortishi bilan yoriqlar paydo bo'lmasligi uchun, to'lqinsimon qilib tayyorlangan temir qoliplarni qavariqqismini yarim doira o'lchovini oshirish kerak. To'lqin balandligi va oralig'i to'lqinsimon asbest-sement bo'lakning muhim belgilaridan biri hisoblanadi. Balandligi oshib, oraliqmasofasi kamaysa, uni og'irlik tushishga bo'lgan qarshilik xossasi ortadi, lekin bu narsa o'z o'rnida asbest va sementni ko'p miqdorda sarf bo'lishiga olib keladi. Shuning uchun qalinlashishi kerak bo'lgan asbest-sement bo'laklarni ishlatilishiga qarab qanday o'lchamlarga ega bo'lishi muhim ahamiyat tutadi.

Asbestsement listlarini to'lqinsimon shaklga keltirish. Hozirgi paytda 7 xildagi asbest-sement bo'laklar sanoat miqyosida ishlab chiqarilmoqda. Ularning uzunligi 115 dan 200 mm, to'lqin balandligi 28 dan 54 mm, bo'lak kalinligi 5,5 dan 8 mm bo'ladi. To'lqinsimon ko'rinishni hosil qilish uchun moslamalar ishlatiladi. Ulardan biri davriy tarzda ishlaydigan «juvaza» xildagisi, «qistirmasiz» doimiy ishlaydigan xili (57-58 rasm).



57-rasm. To'liqinsimon ko'rinishni hosil qilish uchun moslama

Ikkinchi xildagisini ishlashi bilan batafsilroq tanishib chiqamiz: U elpig'ichsimon, yig'iluvchi shakllangan zanjirlardan iborat (1-chi pastki, 2-chi yuqorigisi). A-A kesimda zanjirlar qanday joylashgan, ularning tuzilishi qanday degan savollarga javob topish mumkin. Ularning asosida mana shu ikkala 1-2 zanjirlar orasidan yarim mahsulot asbest-sement bo'laklar o'tishi kerak. Zanjirlar gorizontaal va vertikal tekisliklarda kerakli ko'rinishni hosil qilib, bir-biriga yaqinlashadi. Pastki zanjirlar soni bo'laklarning qavariqlari soniga, yuqori zanjirlar soni esa, chuqurchalar soniga teng. Pastki zanjirlar gorizontaal xolda, yuqoridagilari esa pastga burchak ostida joylashtirilgan. A-A kesimdan B-B kesimga harakat davomida zanjirlar yaqinlashadi. Bir vaqtda mana shu harakat tufayli bo'laklar to'liqinsimon ko'rinishni oladi. Siljish ko'rsatilgan yo'nalishda amalga oshiriladi. Hosilqilingan bo'laklar orasiga xech narsa joylanmagan xolda bir-biriga havo kuchi bilan ishlaydigan taxlagich yordamida 8-10 donadan qilib taxlanadi, aravachalarga joylanib qotirish kameralariga yuboriladi, Moslamani ishlov beruvchi kasmiga asbest-sement bo'laklar birin-ketin berib turiladi va to'liqinsimon ko'rinishni hosil qilish to'xtovsiz amalga oshiriladi.



1, 7 – zanjirlar uchun moslamalar; 2 – pastki o‘q; 3 – vanna; 4, 5 – rolik; 6 – simlar; 8 – to‘xtatuvchi moslama; 9 – yuritma; 10 – yulduzcha; 11 – qaychi.

58-Rasm. SM-1019M to‘lqinsimon moslama.

Taxtasimon asbest-sement bo‘laklarini jipslashtirish. Yarim mahsulotning zichligini va mexanik mustahkamligini oshirish uchun ularni jipslashtirish o‘rtacha 300 kg/sm^2 bosimda olib borilsa, yarim mahsulotni egishga va cho‘zishga bo‘lgan mustahkamlik birligi taxminan 50% oshadi. Bunda uning xajmiy og‘irligi xam oshadi, qalinligi esa taxminan 20% ga kamayadi. Odatda bo‘laklarni jipslashtirish davomida qalinligini kamayishi, ularning qoliplash davomida olgan zichlanishiga bog‘liqdir. Jipslashtirish bosimi oshishi bilan bo‘lakning bukishga bo‘lgan mustahkamlik birligi ortadi, qalinligi esa kamayadi. Taxtasimon asbest-sement bo‘laklarni va o‘lchami kichik bo‘lgan bo‘laklarni jipslashtirish uchun gidravlik zichlashtiruvchi moslamadan foydalaniladi. Bo‘lak jipslashtiruvidan oldin bir nechta qavat qilib zichlovchi moslama aravachasiga joylanadi. Har bir asbest-sement bo‘lak bir-biridan po‘latdan yasalgan qatlam bilan ajratilgan. Jipslashtirish orqali uchta maqsadga erishish mumkin;

- a) olinayotgan yarim mahsulotning mustahkamligini oshirish;
- b) mahsulot yuzasi tekis bo‘lishiga erishish;
- v) tayyorlanayotgan bo‘laklarni taxtasimon xolga keltirish.

Jipslashtirish jarayonida, oldin namligi yuqori bo‘lgan mahsulotdagi suvning miqdorini o‘rtacha bo‘lguncha kamaytiriladi, asbest va sement moddalarini bir-biriga yaqinlashtiriladi. Bo‘laklarda mavjud bo‘lgan suv

materialdan chiqib ketish davomida har hil kattalikdagi bosim qarshiligiga uchraydi. Jumladan material, chetiga yaqin bo'lgani uncha katta qarshilikka uchramaydi, material o'rtasida bo'l-gani esa katta qarshilikka uchraydi. Shuning uchun zichlovchi moslama hosil qilgan bosim xam materialda har hil joylanadi, chetida kamroq, o'rtasida esa ko'proq. Jipslash jarayonini boshlanishda, suv katta tezlikda va kichik bosimda chiqib keta boshlaydi, bu holda qatlamning zichlanishi shiddat bilan o'tadi, shuning uchun berilayotgan bosim miqdorini kamaytirash kerak.

Qatlam zichlashgan sari undagi bo'lgan bo'shliqlar o'lchami kamayadi, natijada shu kichik bo'shliqlarda joylashgan suvni siqib chiqarish uchun katta bosimni sarf qilishga to'g'ri keladi, natijada bosim kattaligi ortadi. Shuning uchun gidravlik moslamayordamida bosimni asta-sekin ko'tarib borish lozim. Bosimni ko'tarish tezligi sekin va uning o'lchami jipslashtirilishi lozim bo'lgan asbest-sement bo'laklarini o'lchamiga qarab katta yoki kichik bo'lishi mumkin. Agar jipslash jarayoni juda xam tez o'tadigan bo'lsa, unda taxtasimon bo'laklarning bo'shliqlarida suvning bosimi yuqori bo'lishi mumkin, bu esa o'z o'rnida ularning buzilib ketishiga olib keladi. Shuning uchun bo'laklarni jipslashtirish, ularda mavjud bo'lgan bo'shliqlar o'lchamiga bog'liq va aralashmatayyorlanganda ishlatilgan asbest tolasini titkilab ajratilganiga hamda sementning qanday tuyilganiga bog'liq bo'ladi. Asbest tolasini o'lchami qanchalik mayda bo'lsa, sement zarrachalari o'ta mayda tuyilgan bo'lsa, jipslashtirish jarayoni shuncha sekin olib borishni talab etadi.

Zichlash muddatini, to materialdagi suv butunlay chiqib ketmaguncha cho'zish kerak, shunda zichlovchi moslamani butun bosimi materialni zichlash uchun sarf bo'ladi. Jipslash muddati 10 minutdan oshmaydi. Suyuqlik kuchi bilan ishlaydigan zichlovchi moslamani quvvati 400-600 t teng.

Qirqib kesilgan asbest-sement bo'laklar zichlovchi moslama aravasiga birma-bir taxlanadi, har birini orasiga oldindan ustiga va ostiga moy surilgan po'lat qavatlar qo'yiladi. Asbest-sement bo'laklar usti xam toza bo'lish kerak.

Zichlash bosimini quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$R_u = \frac{P_3}{F_6}$$

R_3 - moslamani zichlash kattaligi, kg.

F_6 – bir qavat bo‘lakni yuzasi, m^2

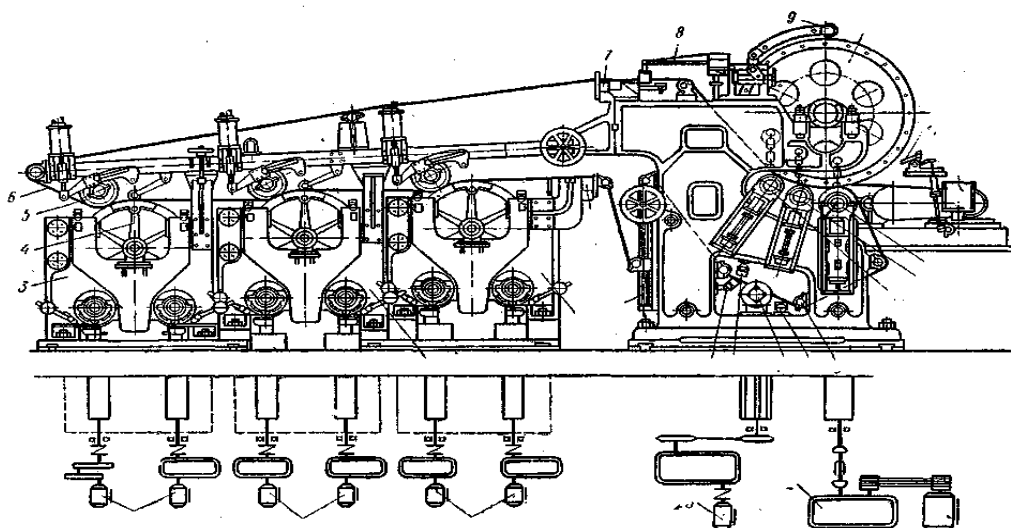
Ko‘pincha $R_u = 200 \text{ kg/m}^2$, zichlash muddati 30-40 minutga teng.

Qoliplash mashinalarining ish unumdorligi uning silindrsimon aylana o‘lchamini kattalashishi bilan ortadi, bu esa omixtani yaxshi sizib o‘tishiga va gidrostatik bosimni o‘sishiga ta’sir ko‘rsatadi.

Quvursimon aralashtirigichda asbestsement aralashmasining konsentratsiyasi 28-30 % ni tashkil qilsa, cho‘michli aralashtirigichda 20-22 % ni, qoliplash mashinasining vannalarida esa 10-14 % ga teng bo‘ladi.



Shuning uchun vannalarga cho‘michli aralashtirigichdan kelib tushayotgan aralashmani suyultirish uchun rekuperatoridan ma’lum miqdorda suv qo‘shib turiladi. Me’yorga keltirish uchun qoliplash mashinalarining ta’minlagich qismlari xizmat qiladi (59-rasm).



1 – mato; 2 – aralashtirigichlar; 3 – vanna; 4 – to‘rli cilindr; 5 – gauch o‘q;
6 – rama; 7 – qoliplash barabani; 8 – vakuum so‘rg‘ich; 9 – list qalinligini
o‘lchaydigan moslama.

59-Rasm. SM-942 asbestcement listlarini qoliplash mashinasi.

20-§ Asbestsement kompozitsion quvurlarni ishlab chiqarish

texnologik sxemasi

Hozirgi kunda aylana o'lchami 3, 4, 5, 6 metr bo'lgan asbest-sement quvurlar ishlab chiqarilmoqda. Ularni tayyorlash jarayoni asbest-sement qatlamlar ishlab chiqarishdan farqqilmaydi. Asbest-sement massa quvurlar qoliplovchi mashina vannalariga kelib tushadi. Temir to'rtli silindrsimon moslama vannasi oldiga bir xilda qilib aralashtirib beruvchi kerakli moslama aralashtirgich o'rnatiladi.

Quvurlarni qoliplash asosan qatlam olishga o'xshash bo'lib, qoliplovchi valni aylanma o'lchovi, hosil qilinishga kerak bo'lgan quvurning ichki aylanma o'lchamiga teng bo'ladi va qatlam hosil qiluvchi barabani aylanma o'lchamidan kichik bo'ladi. Shuning uchun quvurlarning devorlarini yaxshilab zichlash uchun uning qalinligi 0,18-0,3 mm bo'lgan qatlam holda qoliplanadi (odatda yassi qatlam hosil qiluvchi mashinalar qalinligi 0,9-1,1 mm qatlamni hosil qiladi).

Farqqiluvchi omillardan yana biri, quvurlarni devoriga ta'sir qo'rsatuvchi bosim bir necha g'altaklarni ishlashi tufayli hosil bo'ladi, bunda bosim gidrotsilindrlardan yoki bo'lmasa mexanik moslamadan quvurlarning devoriga o'tadi. Quvurlarning devori zichlashishi jarayonida undan suv siqib chiqariladi. Bu suvni ajratib chiqarib yuborish uchun mashinada ikkinchi yuqorigi mato bor g'altaklar va quvur devorlarni orasidan o'tadi. O'qqa o'ralayotgan quvur qatlamining qalinligi kerakli o'lchovga etgach mashina to'xtatiladi, o'qloqlarni mashinadan ajratuvchi moslamalar ularni chiqarib oladi va unga yangisini o'rash uchun joyiga qaytaradi. O'q va unga o'ralgan quvurlar, ularning ichki va tashqi aylanma o'lchovlarini o'zgartirish uchun «razvalsovka» qiluvchi moslamaga uzatiladi. O'qdan chiqarilgandan so'ng quvurlar mustahkamligini oshirish uchun qotiruvchi moslamaga kelib tushadi. Bu moslamaga tushish oldidan quvurlar ichidagi o'qlovlar chiqarib olinadi va ular havoda qotirish bo'limlariga kelib tushadi. Bu moslama aylanma temir g'ildiraklari bor uzun lentadan iborat. Unda quvurlar sekin-asta aylanma harakat qilib yuradi. Havoda qotgandan so'ng quvurlar suvli xovuzlarga uzatiladi, u erda ular o'rtacha 24-36 soatdan bir necha

sutkagacha saqlanadi.

Suvda qotgandan so'ng quvurlar, ularga ishlov berish uchun maxsus moslamaga uzatiladi - bunda ularning yon tomonidagi ortiqcha bo'laklarni qirkib tashlanadi, kerakli o'lchamlarga qirkiladi va ularning qirralariga shilov beriladi. Shundan keyin quvurlar tayyor mahsulot omborlariga yuboriladi va u erda ular kerakli mustahkamlikka ega bo'lishi uchun 10-14 sutka, ayrim xollarda 28 sutka saqlanadi. Shundan keyin quvurlar suv o'tkazmaslik va bosim ostida suv yuboruvchi moslamalarda tekshirishdan o'tkaziladi, ularni ishlatuvchilarga yuboriladi.

Asbestsement quvurlarini qoliplash. Quvurlarni ishlatilishi kerak bo'lgan soxalariga ko'ra xossalari yuqori bo'lishni taqozo etadi. Shuning uchun aralashma tarkibiga yuqori sifatli asbest qo'shiladi. Undan tashqari quvurlar qanday bosimga bardosh berishini hisobga olib, qo'shilayotgan asbestning miqdorini bir muncha ko'proq olinadi.

Quvurning mustahkamligi va zichligi uni tayyorlashda ishlatiladigan yupqa qatlamning qalinligiga bog'liq bo'ladi. Yupqa qatlamni qalinligi qancha kichik bo'lsa, quvurning mustahkamligi shuncha oshiq bo'ladi, chunki kerak bo'lgan qalinlikdagi quvur olish uchun, qatlamning qalinligi kamaytirilsa, qoliplovchi o'qlovini aylanish davri oshadi, shu bilan birga hosil bo'layotgan qatlamga ishlov berish davri ham oshadi. Lekin quvur qoliplovchi mashinaning unumdorligiga qatlamning qalinligini oshirish orqali erishish mumkin. Shuning uchun asbest-sement quvur tayyorlash jarayonini xarita xujjatlarida qatlamlarning qalinligini u qanday bosimga chidashi mumkinligi hisobga olib ko'rsatiladi.

Mana shunday qalinlikdagi qatlamni olish uchun asbest-sement aralashmani qoliplovchi mashina vannasidagi miqdori 6-10% bo'lishi kerak. Aralashma konsentratsiyasini vanna uzunligi bo'yicha bir xil ushlash uchun vanna oldiga aralashtirib beruvchi moslama o'rnatiladi, uning o'qlarini aylanish davri bir minutda 140-180 davrga teng bo'ladi.

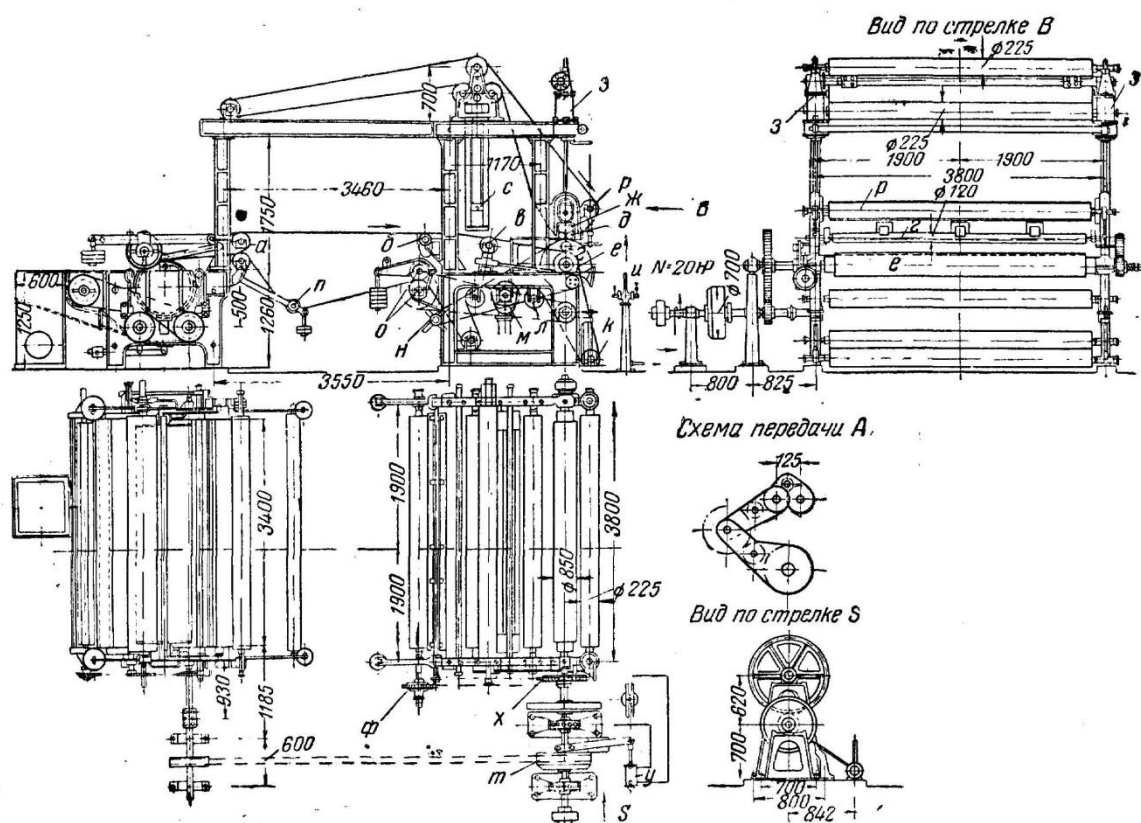
Temir to'rli silindrsimon moslamada hosil bo'lgan asbest-sement qatlamdagi suvning miqdorini kamaytirish uchun 5 kg s/sm^2 bosim ostida siquvchi

g'altaklar orasidan o'tkaziladi. Natijada qatlamni namlik darajasi 53-55 % dan oshmaydi. Keyingi bosqichda qatlam havoni so'rib oluvchi bo'limlari bor moslamaga uzatiladi. Agar qoliplovchi mashinada havo so'rib olish bo'limi bitta bo'lsa (unda havoni siyraklashtirilishi o'rtacha 200-300 simob ustuniga teng), unda qatlamning namlik darajasi 43-45% kamayadi. Agar bir nechta bo'limlar bo'lsa (odatda uchtagacha), unda sementni aralashma tarkibidan chiqib ketishi kamayadi (siyraklashtirilish - 600mm simob ustuniga teng) va qatlam namligi 38-40% bo'ladi.

Bu choralar tayyorlanayotgan mahsulotni xajmiy massasini ortishiga, mustahkamligini ortishiga olib keladi. Bosh qismidagi zichlanish bosim ekipaji asosida amalga oshiriladi. Uning og'irligi 2700 kg. O'qlovni va unga o'ralgan quvurni og'irligi 50 kg, shunda tayanch o'qni umumiy bosimi 2750 kg teng bo'ladi yoki quvurni 1 sm uzunligiga 8,6 kg to'g'ri keladi.

Quvur devoriga ta'sir etadigan asosiy uning bosimi - mashina hosil qilgan bosim, ichida o'qlovi bor asbest-sement quvurning bosimihanda ekipajdagi bosimlaridan bu gidrotsilindrlardagi yog'ning bosimi tufayli hosil bo'lgan bosimlardan tashkil topgan. Bosim ekipajining sxemasi 66-rasmda keltirilgan.

Quvurlarni zichlanishi ularni qanday bosimga chidam berishi kerakligi va ularni aylanma o'lchami qanday bo'lishi bilan belgilanadi. Quvur devorlari yorilmasligi uchun ekipajdagi bosimga yog' bosimining ta'siri hosil bo'layotgan quvur qavatlarini o'qqa o'ralgani sari kamaytiriladi. Quvurlarni qoliplash bosimni boshqaruvchi avtomatik moslamalar orqali olib boriladi. Quvurlarni ochiq tarafiga mexanik ishlov berilib tekislanadi, shuning uchun quvurlarni qoliplashda ularning qalinligini hisobga olgan xolda ko'proqqoldiriladi. Bu qoldirilgan qismining uzunligi quvur aylanma o'lchami ortishi bilan yoki bo'lmasa quvur devorlarini qalinligi ortishi bilan uzayadi.



g-o'qlov, d-press o'qlar, r-roliklar, S_R-ishchi mato, S_V-yuqori mato

60-Rasm. Bosim ekipajining sxemasi

Quvur tayyorlashda ishlatiladigan qatlam zichlantirish jarayoni asbest-sement bilan tayyorlashda ishlatiladigan qatlamni zichlashtirish jarayonidan farq qiladi. Chunki asbest-sement bo'lakni qalinligi mashinalarda qalinligi 8-10 mm bo'lgan qatlam olinadi, quvur tayyorlashda esa ularning devorlarining qalinligi 50 mm bo'lishi mumkin. Quvurlarni qoliplash temir o'qlovlarda amalga oshiriladi, ularning tashqi aylanma o'lchovi quvur aylanma o'lchovidan bir oz kichik bo'ladi. O'q past tarafdin tayanich o'qqa tayanib turadi, yuqori tarafdin esa ikkita jipslashtiruvchi o'q yordamida bosim ekipajini jipslashtiruvchi kuchi ta'sir etadi.

Jipslashtiruvchi o'qlar hosil qilgan solishtirma bosimning qiymati belgilanganidan oshib ketmasligi kerak, aks holda quvurning o'lchami o'zgarishi yoki bo'lmasa u batamom buzilib ketishi mumkin. Bundan tashqari hosil bo'layotgan qatlam temir o'qqa o'ralib borar ekan, tabiiyki uning qalinligi ortadi, shuning uchun unga ta'sir ko'rsatayotgan solishtirma bosim qiymati kamayib

borishi kerak, bo'lmasa quvur buzilib ketishi mumkin. Buni yana quyidagicha tushuntirish mumkin, qavat hosil bo'layotgan jarayonda asbest unga ishlov berishga qulay material sifatida xizmat qiladi, lekin quvur qatlami hosil bo'lish jarayonida, uning qalinligi ortgan sari, vallar qatlam devoriga borgan sari bosim bilan ta'sir etadi, shuning uchun agar bosim kamaytirilmasa, u quvur qatlamini buzilishiga olib keladi. Quvur qoliplovchi mashina ish unumdorligini taxminiy birligi - taxminiy kilometr quvur bilan belgilanadi.

Taxminiy quvur deb - shunday asbest-sement quvur qabul qilinganki, uning ishchi bosimi 9 kg/sm^2 , ichki aylanma o'lchami 200 mm va qalinligi 16 mm, uzunligi I pogon m va massasi 21 kg, namligi esa 15%. Taxminiy birlikka o'tkazish uchun o'tkazuvchi koeffitsientlar bor, ular I pogonm ishlab chiqarilgan quvurda qancha taxminiy quvur borligini ko'rsatadi. Uni topish uchun uzunligi I pogon m va massasi 21 kg bo'lgan bitta quvurni umumiy quvurlar soniga bo'lish kerak bo'ladi. Odatda quvur qoliplovchi mashina ish unumdorligi asbest-sement qatlam qalinligiga, qoliplovchi quvur uzunligiga va ishchi mato harakat tezligiga to'g'ri proporsionaldir.

$$n = S \cdot l \cdot \Delta V$$

Quvur qoliplovchi mashinalar to'xtab-to'xtab ishlaydi, sababi ularning valini almashtirish, o'lchamlarini to'g'rilash kerak bo'ladi. Mashina tezligi doimiy emas. Ish tezligi uni ishga tushirish tezligidan yuqori. Bu narsalar xammasi uni ish unumdorligini belgilashda xisobga olinadi. Bitta quvurni qoliplashga ketadigan vaqt quyidagi tenglamadan topiladi:

$$t_H = \frac{\pi \cdot (D + S)}{60V} \cdot \frac{S}{A}$$

bu erda D – qoliplanuvchi quvurni ichki aylanma o'lchami, sm

S – quvur devori qalinligi, sm

V – ishchi mato harakat tezligi, sm/s

Δ - ishchi matodagi aralashma qatlamining qalinligi

Bitta quvurni ishlab chiqarish uchun butunlay ketadigan vaqt

$$t_f = t_n + t_n$$

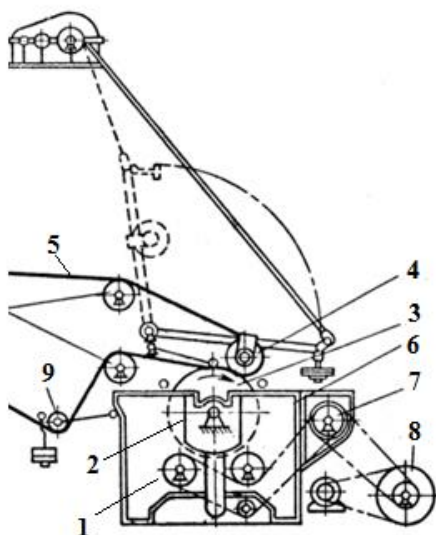
t_n – bu asosiy ishdan tashqari qo‘shimcha ishlarni bajarishga ketadigan vaqt, sek.

Quvur qoliplovchi mashinani 1 soatdagi ish unumdorligi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$Q_c = \frac{60}{t_\phi} \cdot l_t$$

l_t – qoliplanish kerak bo‘lgan quvur uzunligi

Asbestsement quvur qoliplash mashinalari. Sxemada (rasm 61) temir to‘rli silindrsimon quvur qoliplovchi mashina vannasining kesimi ko‘rsatilgan. Vannaga kelib tushadigan asbest-sement omixtani aralashtirib turish uchun unga aralashtirgich o‘rnatilgan.

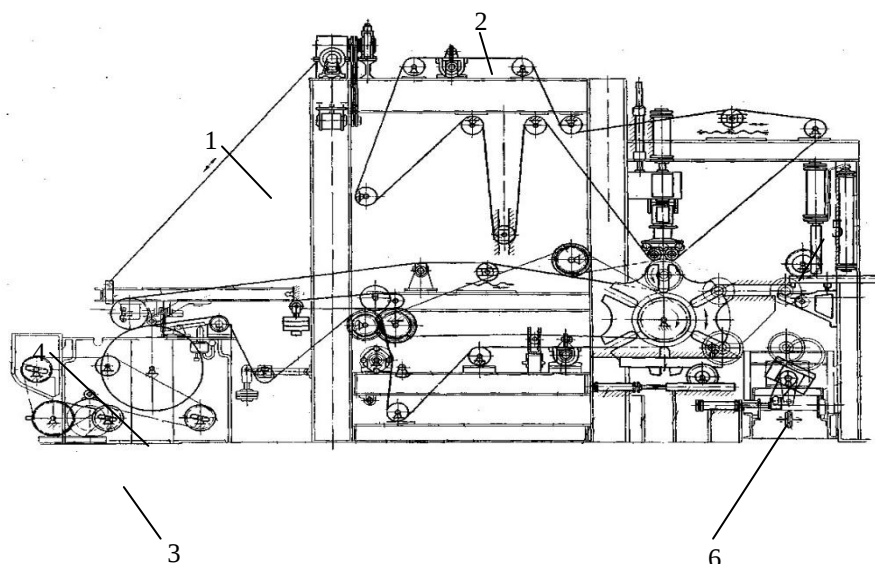


1-aralashtirgich; 2-chegara; 3-yuvish uchun quvurcha; 4-bosib turuvchi val; 5-mato; 6-vanna; 7-qo‘shimcha aralashtirgich, 8 - vanna aralashtirgichlarining privodi, 9 - tortuvchi mexanizm.

61-Rasm. Quvur qoliplash texnologik sxemasi

U omixtani butun vanna uzunligi bo‘yicha tekis taqsimlanishini ta‘minlaydi. Aralashtirgichdan omixta chegara (2) orqali vanna (6) ga qo‘yiladi, vannada uning tagiga etmaydigan to‘siq bor, to‘siq omixtani aralashtirib beruvchi moslamani (7) past qismiga yo‘naltiradi. Temir to‘rli silindrda quvur (3) o‘rnatilgan, u temir to‘rni yuvib turish uchun xizmat qiladi. Mato (5) temir to‘rli

silindrsimon moslamaga bosib turuvchi o'q (4) yordamida siqib turiladi. Chunki uni siqilib turishiga qarab asbest-sement omixtadagi siqib chiqariladigan suvni miqdori o'zgaradi. Shuning uchun vaqti-vaqti bilan bosib turuvchi o'q moslamasini tekshirib turish lozim. Buning uchun o'qni A o'qi oralig'i bilan temir to'rli silindrsimon moslamani o'qigacha bo'lgan masofa o'lchanadi. Ular oralig'i o'zaro teng bo'lishi kerak.



1 – ishchi mato; 2 – yuqori mato; 3 – vanna; 4 – to'rli silindr;
5 – bosim ekipaji; 6 – yuritma.

62-Rasm. ATM-3 asbestsement quvurlarini qoliplash mashinasi

O'q hosil qilayotgan bosimni bir tekis taqsimlash uchun temir silindr va bosib turuvchi o'qni yumshoq rezina qatlami bilan qoliplanadi. Bosib turuvchi o'q hosil qilgan bosim temir to'rli silindr uzunligi bo'yicha $2,0-2,5 \text{ kg/sm}^2$ tengdir. Asbest-sementli qatlamning qalinligi: bosimga mo'ljallanmagan quvurlar uchun 0,30 mm, bosimi 10 atm ga teng, bosimga mo'ljallangan quvurlar uchun 0,20-0,23 mm. Quvur qoliplovchi mashinalar faqat bitta temir to'rli silindrlar bilan ishlaydi, sababi bu silindrsimon moslamalarning soni oshgan sari, hosil bo'layotgan asbest-sement quvurlarni mustahkamligi vazichligi kamayadi (62-rasm).

Mato va temir to'rlar. Temir to'rlar va matolarning sifati qoliplovchi mashinalarning ish unumdorligiga va ishlab chiqarilayotgan buyumlarning sifatigata'sir ko'rsatadi.

I. Matolar. Xom ashyo sifatida tarkibi 32-34 foiz paxta tolasidan yasalgan

asos va uni usti jun ip bilan o'ralgan, uning tarkibida 25 foiz sun'iy tola bor. Paxta tolasidan yasalgan mato jun-sun'iy tola bilan o'rab bekutilgan, bu esa matoning yumshoq va tarang bo'lishiga olib keladi.

Olinayotgan mahsulotni kengligi 1,6 metr bo'lsa, matoning kengligi $1,95\text{m} \pm 7,8 \text{ sm}$ teng, uzunligi esa 26 m, 21; 17,5, 15, 13,5, 12,5 m farqi ± 4 foiz bo'ladi.

Mahsulotning kengligi 1,2 m bo'lsa, mato kengligi $1,5\text{m} \pm 6 \text{ sm}$; uzunligi esa $145\text{m} \pm 50 \text{ sm}$; 1,6 m $\pm 6,4 \text{ sm}$; 12,5; 13; 15; 16; 19 m, farqi ± 4 foiz bo'ladi.

Asbest-sementli quvur tayyorlanadigan mashinalardagi matoning uzunligi $16\text{m} \pm 64 \text{ sm}$, kengligi 4 metrli mashina uchun 4,5 m $\pm 18 \text{ sm}$; 3 metrli mashinalar uchun - 3,5 m $\pm 14 \text{ sm}$ va 2 metrli mashinalar uchun 2,4 m $\pm 9,6 \text{ sm}$ bo'ladi.

Yassi asbest-sement buyumlar tayyorlashda ishlatiladigan mato bosilgan quvurlar tayyorlashda ishlatiladigan matoning ham bir tomoni bosilgan va tukli bo'lishi kerak. Mahsulot tayyorlashda ishlatiladigan matoning xizmat muddatini uzaytirish uchun:

1. Tayanch va siquvchi vallarni ustki qismi rezina bilan qoplangan bo'lishi kerak;

2. Qoliplovchi baraban mato ustuniga sekin-asta tushishi kerak;

3. Matoni chetki qismlari ish davomida qoliplovchi mashinani chetki temir qirralariga tegishi mumkin emas, bo'lmasa matoni tekis tortilishi buzilib u g'ijim bo'lishi mumkin, bu esa matoni teshilishiga olib keladi.

- 4) Ish davomida matoni yaxshilab turish kerak.

Mato ustiga aralashma yig'ilib qolgan bo'lsa uning miqdoriga qarab, matoni echmasdan yoki kerak bo'lsa echib, yaxshilab yuvib tozalash lozim, ayrim xolda buning uchun mato yuvuvchi mashinadan foydalanib I soat davomida 1,2% li xlorli suyuqlikda yuviladi.

II. Temir to'rlar. Silindrsimn temir to'rli moslamaning ustki qismini qoplash uchun temir to'rdan foydalaniladi. Ularni tayyorlash uchun quyidagi tartibli qotishmadan foydalaniladi (%): 27-29 mis, 68 nikel, 1,5 mishyak, 2-3

temir. Ular odatda o‘ramli bo‘lib kengligi 1 metrdan 3 metrgacha bo‘ladi.

7-§ Asbest-sement kompozitsion mahsulotlarning qotish jarayoni.

Qotish- bu mahsulot olishning oxirgi bosqichi hisoblanadi. Asbest tolasi titkilanib to‘zutilganda, o‘zining ustki yuzasida $\text{Ca}(\text{OH})_2$ va sementni suv bilan birikib hosil qilgan boshqa birikmalarini bog‘lab turadi. Hali asbestga sement qo‘shilmagan bo‘lsa ham, asbest tolasi uning eruvchan suvdagi yangi birikmalari bilan qoplangan bo‘ladi. Asbest tolasiga birikish ko‘p miqdorda bo‘lmaydi, bunga sabab asbest tolasini maydalovchi moslamaga quyiladigan suvning miqdorini kamligida. Shuning uchun birikish texnologik jarayonni keyingi bosqichida ishlatiladigan suvda titkilovchi moslamada davom etadi.

Demak, asbest tolasini va sementni o‘zaro birikishini boshlanishi asbest tolasini ishlatilayotgan suvdagi sement bilan ta’siridan boshlanadi. Keyingi bosqichda, birikish, asbestli omixtaga sement qo‘shilgandan so‘ng davom etadi. Bu jarayon sementni suv bilan birikishi va qotishi bilan belgilanadi. Buning tez yoki sekino‘tishi sement donachalariniqaerda joylashishiga bog‘liq - asbest tolasi yuzasidami yoki bo‘lmasa bu donachalar ozod holda joylashganmi. Birinchisida donachalar asbest tolasi yuzasi bilan to‘qnashadi, ikkinchisida esa asbest tolasidan uzoqda joylashgan.

Sement donachalarini suv bilan birikishini borishi, suv molekulasini yangihosil bo‘lgan moddalarning yupqa qatlami orqali, xali suv bilan birikmagan donachalar joylashgan joylarga kirib borishi va suv ta’sirida hosil bo‘lgan birikmalarni ajralib chiqishi bilan belgilanadi. Diffuzion jarayonlarni tezlatishga suyuqfazadagi eruvchan birikmalarni miqdorini kamayishi, chunki, yangi moddalarni asbest tolasi o‘ziga birkiritadi, hamda ko‘p miqdordagi suv ta’sirida hosil bo‘lgan yangi birikmalarni ajratib chiqarib yuborish omil bo‘ladi.

Sementni suv bilan birikishidan hosil bo‘ladigan birikmalar sement donachalarini yuzasida hosil bo‘ladi, chunki u erda ularning miqdori ko‘p, keyin esa suyuq fazani hajmi bo‘yicha tarqaladi, bunga sabab diffuziya va mexanik aralashtirish. Hosil bo‘lgan faza bitta emas, shu sababli hosil bo‘lgan yangi birikmalarning miqdori tenglashmaydi suyuqlik asbest tolasi bilan sement

donachalari orasida joylashgan. Mana shuning uchun ham suv-sement nisbati kamayishi tufaylit sement donachalari kirib borishi kerak bo'lgan joylarda, qattiq modda miqdori ko'p bo'lgan suyuqliklar hosil bo'ladi.

Birinchi kurtaklar harakatlanayotgan zarrachalarni o'zaro to'qnashuvi tufayli hosil bo'ladi. Bunda hosil bo'layotgan gidrat birikmalar beo'xshov bo'lib, tuzilishi, ko'rinishi hamda defektlari ko'pligi bilan ajralib turadi. Keyinchalik bu kristallar o'sishi tufayli, ma'lum tuzilishga va ko'rinishga ega bo'lgan yakka kristallarga aylanadi.

Qotishni ikkinchi qismida - yangi fazalar vujudga keladi, bu holat sement zarrachalari asbest tolasiga yutilish chegarasida ayniqsa tez ketadi. Asbest tolasida sementni suv ta'siri orqali kristallarning hosil bo'lishi, sement minerallarini suv birikish tezligining 8-10 foizga oshiradi. Suv sement nisbati keskin kamayishi, bunda agar omixta tarkibida bu nisbat 10-15 bo'lsa, yangi qolipdan chiqqan buyumlarda 0,35-0,40 teng bo'ladi va suyuq fazani yangi hosil bo'lgan fazalar va suvli birikmalar bilan to'yinishiga olib keladi.

Buyum yangi qolipdan chiqqan vaqtda, suyuqlikni qovushqoqligi katta bo'lmaydi, hosil bo'layotgan mitti kristallar Braun harakati ta'sirida asbest tolalarni va sement donchalari yuzasiga etib boradi va ularni molekulalar maydoni hosil qiladigan tortib olish kuchlari tasirida ularga yaqinlashadi. Buning natijasida yangi hosil bo'layotgan birikmalarni miqdori oshadi. Suyuqlikda mana shu yangi fazalar hosilqiluvchi kurtaklarni ko'payishi natijasida koagulyasion tuzilishiga ega bo'lgan birikmalarni vujudga keltiradi. Ularning zichligi, asbest-sement xajmidagi miqdori har hil bo'lgan yangi birikmalar kabi har hil bo'ladi. Sement omixtasi qotishi davomida hosil bo'lgan koagulyasion tuzilishdagi birikmalar sement toshida batamom kristallanadi. Bu kristallarni asbest-sementdagi zichligi yuqori darajadagi anizotropiyligi bilan ajralib turadi, bu esa asbest-sement buyum tuzilishini asosiy farqlaridan biri hisoblanadi.

Oddiy sharoitda sementni belgilangan mustahkamlikni olguncha qotish davri 28 kunga boradi. Agar mahsus bug'li sharoit qo'llanilsa, bunda qotish muddatini tezlashtirish mumkin, buyumlar 7 kun davomida issitilgan omborlarda

saqlanishi lozim.

Asbestement listlarining qotishi. Buyumlarni qotishi natijasida ularda talabga javob beradigan fizik-mexanik ko'rsatkichlar hosil bo'lishi kerak. Buyumlarni qotishi sanoat korxonalarida ikkita bosqichdan iborat.

Birinchi bosqich - konveyer xildagi turli sharoiti bo'lgan bo'limlarda qolipdan chiqqan buyumlarni boshlang'ich qotishi boshlanadi.

Ikkinchi bosqich - issiq omborlarda batamom qotish.

Birinchi bosqich o'z navbatida ikki qismdan iborat:

- 1) buyumlarni turli muhitga joylashdan oldin ma'lum muddat saklanadi;
- 2) uni bug'li muxitda ushlanadi.

Bug'li muhit ta'siri ostida bir nechta fizik va fizik-kimyoviy o'zgarishlar sodir bo'ladi. Boshlanishida sovuq buyumlarni ustki yuzasida suv bug'i yig'ilib ularni namligini oshiradi. Odatda yig'ilgan suv bug'ini miqdori buyum massasini taxminan 4 foizni tashkil qiladi. Buyumni bo'shliqlarida yig'iladigan suv bug'lari buyumda ajratuvchi va osmotik bosimni hosil bo'lishiga olib keladi, natijada buyum suv bilan bo'kib ishadi, uning o'lchamlari 1,2; 1,5 hatto 5 foizga o'zgaradi, qalinligi ortadi, xajm massasi kamayadi. Qavatlar orasidagi bog'lanish mustahkamligi kamayadi, natijada, buyum mustahkamligi ham kamayadi. Bo'kish va boshqa o'zgarishlar, buyumlar ma'lum muddatda saqlash davomida, mustahkamlikni olgandan so'ng (40 kgs/sm) sekin-asta batamom yo'qoladi. Buyumlar ustki yuzasida suv bug'ini yig'ilishi, ularning harorati bug' bo'limlari harorati bilan tenglashgandan so'ng to'xtaydi. Lekin buyumlarni qizishi sement bilan suv ta'sirida hosil bo'ladigan issiqlik tufayli davom etaveradi, shuning uchun buyumlarni harorati bo'lim haroratidan 5-20 foizga oshiq bo'ladi, bu suvni issitishga va kengayishiga olib keladi, suv bug'lari va bo'shliqlarda qolgan havoni ajralib chiqishi tufayli, buyumlarda mayda darz tomirlarni vujudga keltiradi, buyum mustahkamligi kamayadi. Buyumlarni qizishi tufayli, ularning yuzasidagi va bo'shliklardagi suv bug'lanadi, bu narsa bug'lash bo'limlarida qizdirish muddati tugaguncha davom etadi. Ishlov tufayli buyumlar quriydi. Turli muhitda buyumlarda ma'lum o'zgarish sodir bo'ladi, ularning bo'kishi, qizdirish

davomida havoning kengayishi, namli muhitda sement toshida katta o'lchamli kristall tuzilishli gaz hosil bo'lishi natijasida asbest-sementli mahsulotni mustahkamlikni kamayishiga olib keladi. Tekshirishlarga ko'ra bug' bilan ishlov berilgan asbest-sement buyumlarni mustahkamligi, oddiy holatda issiq omborlarda qotgan buyumlarnikidan past bo'lishi aniqlangan.

Bundan xoli bo'lish uchun, bug'li muxit harorati 50-60 darajadan oshmasligi kerak, keyin esa bug'lanib chiqib ketgan suvni o'rnini to'ldirish uchun buyumlar namlanishi lozim. Namlanish muddagi 15-80 minut bo'lib, bu asosan buyumlarni qizdirilgan suvda ushlash orqali amalga oshiriladi. Ularning mustahkamligi mana shu yo'l bilan 10-15 foizga oshiriladi.

Portlandsementni oddiy sharoitda qotishi faqat suv bor muhitda boradi. Bunda suvning miqdori, xisobga ko'ra hosil bo'lishi kerak bo'ladigan birikmalarga ketadigan miqdordan bir necha marta oshiq bo'lishi kerak. Qoliplash jarayoni ayrim farqlariga ko'ra qotishga teskari ta'sir ko'rsatadi. Misol uchun, asbest-sementqatlamning havosi siyraklashtirilgan moslamadan o'tkazilayotganda bir qism suv havo bilan almashtiriladi. Keyingi bosqichda qatlamni zichlashishi davomida undagi suvning miqdori yana xam kamayadi, namlik darajasi 25% ga kamayadi va suv sement nisbati 0,4 va undan kichik xam bo'ladi. Bug' bilan ishlov berishda buyumlarning ma'lum qismi suvni yo'qotadi va suv sement nisbati 0,2-0,3 gacha kamayadi, lekin oddiy sharoit uchun bu nisbat 0,6-0,7 dan kam bo'lmasligi kerak. Suvning etarli darajada bo'lmasligi asbest-sement buyumni qotishini issiq omborlarda sekinlashtiradi. Shuning uchun bug' bilan ishlov berilgandan so'ng buyumlar taxi 50-60 darajaga issitilgan suvli vannaga solinadi va u erda 15-30 minut ushlanadi.

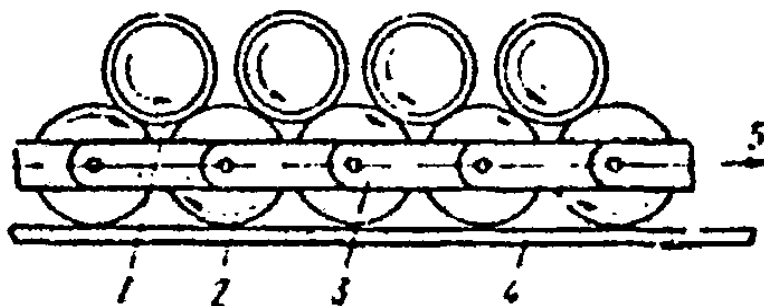
Qotishning boshlanishi qotish bo'linmalarida boshlanadi, bu bo'linmalar bir-biri bilan bog'langan temir zanjirlardan tashkil topgan. Bu zanjirlarga 80 arava qolip biriktirilgan, har bir qolipga 14 dona buyumjoylanadi. Buyumlar joylangan arava zanjir yordamida bir qadam siljiydi va ishchi joyga yangi bo'sh arava – qolipkeladi. Buyumlarni qotish bo'limlarida bo'kish vaqti 3,5-4 soat, bo'limdagi harorat 60-80 darajaga teng.

Bug‘lash asosan 2 davrda olib boriladi:

- ✓ Birinchi davrda bug‘li havo harorati ko‘tariladi;
- ✓ Ikkinchi davrda - bug‘li havocmuhitni harorati o‘zgarmas qilib ushlanadi.

Bo‘lim uzunligi bo‘yicha haroratning ko‘tarilish tezligi 0,7-0,8 daraja (m, vaqt bo‘yicha esa 15 daraja) soatni tashkil qiladi. Boshlanish vaqtida harorat 20-30 daraja, bo‘lim o‘rtasi va oxirida 60-80 darajaga teng bo‘ladi. Havoni nisbiy namligi 90-95 foizdan kam bo‘lmaydi. Buyumlar bug‘langandan va qisqa muddat suv bilan to‘yintirilgandan so‘ng batamom qotishi uchun issiq omborlarga yuboriladi.

Taxlangan buyumlarni omborga uzatishda osma kran yoki avtoyuklovchidan foydalaniladi. Buyumlar ikki ustun qilib joylanadi va ular tagiga yog‘och yoki betondan qilingan qistirma joylanadi. Qotishni ta‘minlash uchun omborda harorat 15 darajadan past nisbiy namlik esa 80 foizdan kam bo‘lmasligi kerak. Agar harorat pasaysa yoki nisbiy namlik kamaysa buyumlarni qotishi sekinlashadi, chunki buyumlar muddatidan oldin qurib qoladi.



1-quvur; 2-aylanuvchi qism; 3-tortuvchi zanjir; 4-yassi taxta.

63-Rasm. Ochiq havoda quvurlarga birinchi mustahkamlikni berishga mo‘ljallangan moslama

Quvurlarning qotishi. Yangi qolipdan chiqqan quvurlar ochiq havoda birinchi mustahkamlikni olishga imkon beruvchi bo‘limlarga kelib tushadi.

Quvurlar (1) aylanuvchi moslamaga (2) yotqiziladi. Aylanuvchi moslamalar ikkita tortuvchi zanjir bilan bog‘langan, ular yassi qatlamli bo‘lib temirdan yasalgan. Aylanuvchi moslamalar yassi taxtalarga tayanadi. Tortuvchi zanjirlar bilan bog‘langan aylanmali moslama taxtalar ustida harakatlanishi

natijasida moslama ustida yotgan quvurlarni ham harakatlantiradi. Bu esa o'z o'rnida quvurlarga ham aylanma holatni saqlashga imkon beradi. Uzunligi 3 metrli quvurlarga mustahkamlik berishga mo'ljallangan moslama aylanma o'lchami 100-150 mm quvurlarni olishga imkon beradi. Bu moslama 3 ta qavatli bo'lib aylanma moslamalarning cheksiz uzunlikdagi qatlamidan iborat. Bu uchta kavatni xammasi bitta yurgizish vositasi yordamida harakatga keltiriladi. Yuqori qatlamni nishabli shaxobchasi bor, uning boshlanishi kalandra oldidan. Qolipdan olingan quvurlar jo'valar bilan birgalikda harakatlanib turgan moslamaga yotqiziladi, uning harakattezligi minutiga 0,17-0,34 metrga teng. Harakat davomida quvur ichidagi jo'va qo'l kuchi yordamida yoki bo'lmasa avtomatik ravishda chiqarib olinadi va qoliplash mashinasiga qaytariladi. Yuqori qavatdan o'ttan quvurlar o'rtaqavatga o'tkaziladi. Bunda moslama kengligiga mos keladigan, bukilgan temir qatlamdan foydalanadi. Bu temir qatlam yordamida quvurlar bir qavatdan ikkinchi qavatga o'tkaziladi. Quvurlar ikkinchi qavat oxirida joylashgan, shunday moslama yordamida uchinchi qavatga ham o'tkaziladi. Uchinchi qavatdan o'tgandan so'ng, quvurlar mustahkamlikka ega bo'lgach, nishab pandus orqali erga dumalab tushadi. Pandusda quvurlarni tamg'alovchi moslama bo'lib uning yordamida ko'rsatilishi kerak bo'lgan belgilar qo'yiladi.

Quvurlarga mustahkamlik olishga imkon beruvchi bo'lim ichidan temir quvurlar o'tgan bo'lib, ularga suv bug'i yuborish orqali, bo'lim ichida harorati 50-60 darajaga ko'tariladi. Uzunligi 4 metrli asbest-sementquvurlarni mustahkamligini oshirishga mo'ljallangan bo'limlarda bir qator aylanma moslamalar bo'ladi. Quvurlarni harakatlanish tezligi minutiga 0,06-0,12 metrni tashkil qiladi. Ularni balandligi 0,5-0,8 metrga teng, saqlash muddati esa 14-16 soat bo'ladi. Havoda ma'lum mustahkamlik beruvchi bo'limlardan so'ng asbest-sement quvurlar ichida suvi bo'lgan temir xovuzlarga joylanadi. Bu hovuz temir betondan qilingan bo'lib kengligi 4,5 to 6,5 metrgacha, uzunligi 10-12 metr va balandligi 3,5 metr bo'ladi. Vanna yonida bosqon bo'lib u suvni bir vannadan ikkinchi vannaga haydaydi. Vannadagi suv unga tushirilgan temir quvurlar orqali suv bug'ini yuborish yuli bilan isitiladi. Vanna miqdori, buyumlarni

qoliplaydigan mashina, unumdorligi va suvda saqlash muddatiga ko'ra belgilanadi.

Asbest-sementli quvurlar vannaga kran yordamida joylanadi. Vannadagi suvning harorati 30-50°C bo'lib, quvur 2-3 kun saqlanadi. Suvning harorati saqlash uchun vanna usti qopqoq bilan bektiladi. Isitilgan suv yordamida ishlov beruvchi bo'limlar. Bu bo'limlarni bo'lishi asbest-sement quvurlarni xovuzlarga joylashgan va erda saqlashga xojat qoldirmaydi. Bo'limlar ikki qismdan iborat, birinchisi boshlang'ich mustahkamlikni olishga imkon beruvchi bo'lim, ikkinchisi takomillashtirilgan bo'limdan iborat, bo'limlar tuzilish jihatdan oldingilaridan qolishmaydi. Buyumlar mustahkamlik hosil qiluvchi bo'limdan chiqqan buyumlar, ularni 2-3 qator qilib taxlanganda ham buyum og'irligini ko'taradi. Buyumlar keyin taxlab beruvchi vosita yordamida harakatlantiruvchi aylanma o'lchami bo'limlardan zanjirli bo'limlarga 2-3 qavat qilib taxlanadi. Zanjirli bo'lim davriy tarzda yopiladi, uni harakatga keltirish va harakatni to'xtatishni taxlab beruvchi vosita boshqaradi. Zanjirli bo'limlarda quvurlarni kirib va chiqib turadigan bo'lagidan tashqari boshqa qismi bir bo'limga joylangan. Bu bo'lim devorlariga va shiftiga bug' chiqaruvchi quvurchalar o'rnatilgan bo'lib, ular 50-55 darajadagi suvni sepib beradi. Suv sepib beruvchi quvurchalarni bunday joylashishi quvurlarni nafaqat ustki qismi balki ichki qismini xo'llashga imkon beradi. Bu bilan esa asbest-sement quvurlarni qotib mustahkamlikka erishishiga sharoit tug'diriladi.

Qotish jarayoni uchta bosqichda olib boriladi:

1 - Aylanma o'lchamli bo'limlarda 6-8 soat ichida, harorat 30-35°C, havoning nisbiy namligi 80% kam bo'lmagan sharoitda boshlang'ich qotish. Bu bo'limlarda quvurlar, nafaqat mustahkamlikka egabo'ladi, balki aylanma harakat davomida silindr ko'rinishga ega bo'ladi.

Yangi qoliplangan quvurlarni ikki ochiq tomoni buzilmasligi, uchun qo'shimcha ishlov berib tekislanadi. Ko'pincha aylanma o'lchami 200 mm bo'lgan quvurlarga uzunligi 30 mm bo'lgan temir yoki yog'och ponalar bilan bektiladi. Quvur ochiq tomonlari o'z mustahkamligini olgandan so'ng ulardagi ponalar chiqarib olinadi.

2 - bosqich - quvurlarni suvli xovuzlarda yoki bo'lmasa bug'i bo'lgan

bo'limlarda qotirish. Bu xovuzlarda quvurlar 1,5-3 kun davomida ushlanadi, bu muddat asbest-sement quvurni aylanma o'lchamiga, suvning haroratiga, ishlatilayotgan sement xossasiga bog'liq. Bunda suvning harorati 40-60 darajaga teng bo'ladi.

Ikkinchi bosqichda quvurlar mustahkamlikka ega bo'lgach ularga mexanik yo'l bilan ishlov beriladi.

3 - bosqich - qotirishni tugallanishi.

Bu isitilgan omborlarda amalga oshiriladi. Bunda buyumlar o'z o'lchamiga, xiliga qarab taxlab chiqiladi. Taxlangan quvurlarni (o'lchami $d > 150$ mm) bo'lsa balandligi 3 metrdan oshmasligi kerak. Agar $d = 150$ mm bo'lsa balandligi 4 metrdan oshmasligi kerak. Havoning harorati 15°C kichik bo'lmasligi kerak, nisbiy namlik esa 80 foizdan kam bo'lmasligi kerak.

Asbestsement buyumlarini tayyorlashda ishlatilgan suvni qayta tozalash. Asbest-sement mahsulot tayyorlash uchun ko'p miqdorda suv sarf qilinadi. Ishlatilayotgan suv quyidagicha taqsimlanadi:

1. Asbest-sementli aralashma tayyorlash va vannaga kelib tushadigan aralashmani kerak bo'lganda suyultirish uchun;
2. Temir to'rli silindrsimon moslamani ustini, matoni yuvib tozalash uchun;
3. Vaqti-vaqti bilan tayyor mahsulotning qattiqligini oshirish uchun omborlarda uning ustiga sepib turish uchun;
4. Quvurlarni suvli vannada qotirish jarayoni uchun;

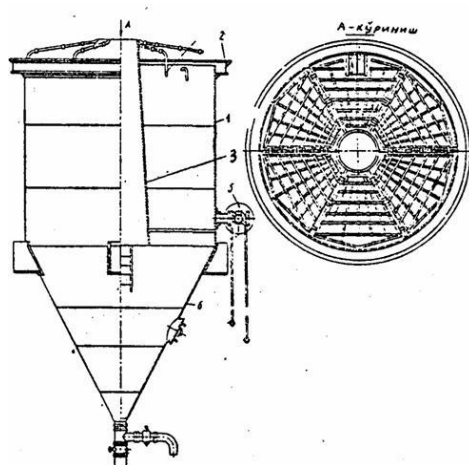
Bitta yassi ko'rinishdagi mahsulot chiqaradigan qoliplovchi mashina sanoat yuvindisi chiqariladigan joyga bir soatda $2 \cdot 10^5$ l suv chiqarib tashlaydi, undan $1,5 \cdot 10^5$ l/s suv mato va temir to'rlarni yuvish uchun sarflanadi; $0,5 \cdot 10^5$ l/s suv esa asbest-sement omixtani suvini siqib chiqarish jarayonida hosil bo'ladi.

Odatda mana shu ifloslangan suvni tozalash, uni foydalanish uchun mahsulot tayyorlash jarayoniga qaytarishga suvni qayta ishlash deb ataladi. U bir necha bosqichdan iborat bo'ladi. Temir to'rli silindrsimon moslamadan

hosil bo'ladigan chiqindi suvning tarkibida 10 g/l miqdorda asbest-sement aralashmasi chiqitga chiqadi, bu esa o'rtacha 10 foiz miqdorda ishlatiladigan xom ashyoning miqdorini tashkil qiladi.

Ko'pgina moslamalarda suvning ko'tarilish tezligi 15-18 m/soat. Moslamaning aylanma o'lchami qanchalik katta bo'lsa, suvning ko'tarilish tezligi shunchalik kichik bo'ladi. Shuning uchun katta o'lchamli moslama o'rniga, o'lchami kichikroq bo'lgan bir nechta suv tozalagich moslamalar qo'yiladi. Odatda bitta yassi bo'lakli asbest sement mahsulot qoliplovchi mashina uchun aylanma o'lchami 3 m bo'lgan ikkita suv tozalagich quyiladi. Suvni qayta tozalash bu sarf bo'layotgan xom ashyoni mahsulot tayyorlash jarayoniga qaytarishga imkon beradi. Qayta tozalangan suvdan foyalanish uchun uning tarkibida o'rtacha 0,08 gramm sement zarrachalari va asbest tolasi bo'lishi kerak.

Suvni tozalash uchun suv tozalagich moslamalar yaxshi ishlashi kerak. Bu moslamalar asosan - chiqarib yuborilayotgan suvni qayta tozalashda, uning tarkibidagi qattiq zarrachalarni pastga cho'kishiga va ularning tezligini keskin kamayishiga asoslangan. Moslama bu temirdan silindrsimon ko'rinishda yasalgan (1) aylanma o'lchami 3 m va balandligi 3,3 metr, ichki qismi to'siq (2) bilan ajratilgan, bu to'siq silindrinint o'qi parallel o'rnatilgan va bo'lingan qismlar o'zaro teng emac (64-rasm).



1- silindrsimon qism, 2 – to'siq, 3 – quvursimon uzatkich, 4 – suvto'plovchi moslama, 5 – naycha, 6 – konussimon qism.

64-Rasm. Suv tozalagichning ko‘rinishi.

Moslamani tag qismi cho‘zinchoq bo‘lib balandligi o‘rtacha 2 metrga teng. Qoliplovchi mashinadan kelayotgan ifloslangan suv quvur (3) orqali oldin moslamaning kichik qismiga yo‘naltiriladi, suv pastki qismiga etgach to‘siqdan o‘tadi. Suvning bir qismi past tomondagi chiqarib yuboruvchi quvur orqali asbest-sement omixta tayyorlash va uni suyuqlashtirish uchun yuboriladi, qolgan qismi esa yuqoriga ko‘tarilib xalqasimon tarnovga (4) quyiladi va undan tozalangan suv yig‘iladigan idishga quyiladi.

Iflos suv tarkibida bo‘lgan asbest tolasi va sement zarrachalari moslamaga kelib quyiladigan birinchi qism suvda bo‘ladi (quvurga (5) dan o‘gadigan), ikkinchi qism suv, ya’ni tarnovga kelib quyilayotgan suv esa asbest tolasi sement zarrachalaridan holi bo‘ladi. Bunga sabab asbest va sementning solishtirma og‘irligini suvga qaraganda 2,5 va 3,1 og‘irligidadir. Og‘irligi tufayli silindrsimon moslama tag qismiga asbest tolasi va sement zarrachasi cho‘kadi. Lekin moslamada tozalanayotgan suv tarkibidagi hamma asbest va sement zarrachalari cho‘kmaydi, chunki solishtirma og‘irligi kichik bo‘lgan kismini suvda cho‘kish tezligi suvning yuqoriga harakat tezligidan kichik bo‘ladi va suv o‘zi bilan ularni ham moslamani ikkinchi qismiga olib chiqadi. Shuning uchun suvning harakat tezligi qanchalik sekin bo‘lsa, uning tarkibida shuncha ko‘p cho‘kadi, ya’ni suvning tozalanish darajasi yuqori bo‘ladi. Ko‘pgina moslamalarda suvning ko‘tarilish tezligi 15-18 m/soat. Moslamaning aylanma o‘lchami qanchalik katta bo‘lsa, suvning ko‘tarilish tezligi shunchalik kichik bo‘ladi. SHuning uchun bitta katta o‘lchamli moslama o‘rniga, o‘lchami kichikroq bo‘lgan bir nechta suv tozalatich moslamalar qo‘yiladi. Odatda bitta yassi bo‘lakli asbest-sement mahsulot qoliplovchi mashina uchun aylanma o‘lchami 3 m bo‘lgan ikkita suv tozalagich ko‘yiladi. Eng yaxshi ishlaydigan suv tozalagich bu – aylanma o‘lchami katta bo‘lgan bitta moslama va tozalangan suv yig‘iladigan idishdan iboratdir. Suvni tozalashni yaxshilash uchun haroratini ko‘tarish kerak. Bunda suvning oquvchanligi kamayadi; natijada asbest tolasini va sement zarrachasini cho‘kish tezligi ortadi.

Suv tozalagichlarning kerakli qiymatini topish uchun quyidagi tenglamadan foydalaniladi:



$$h = \frac{Quu}{60 \cdot p \cdot V \cdot 10^{-3}}$$

bu erda Q ishlat – yuvuvchi quvurlardagi bir minutda ishlatila-

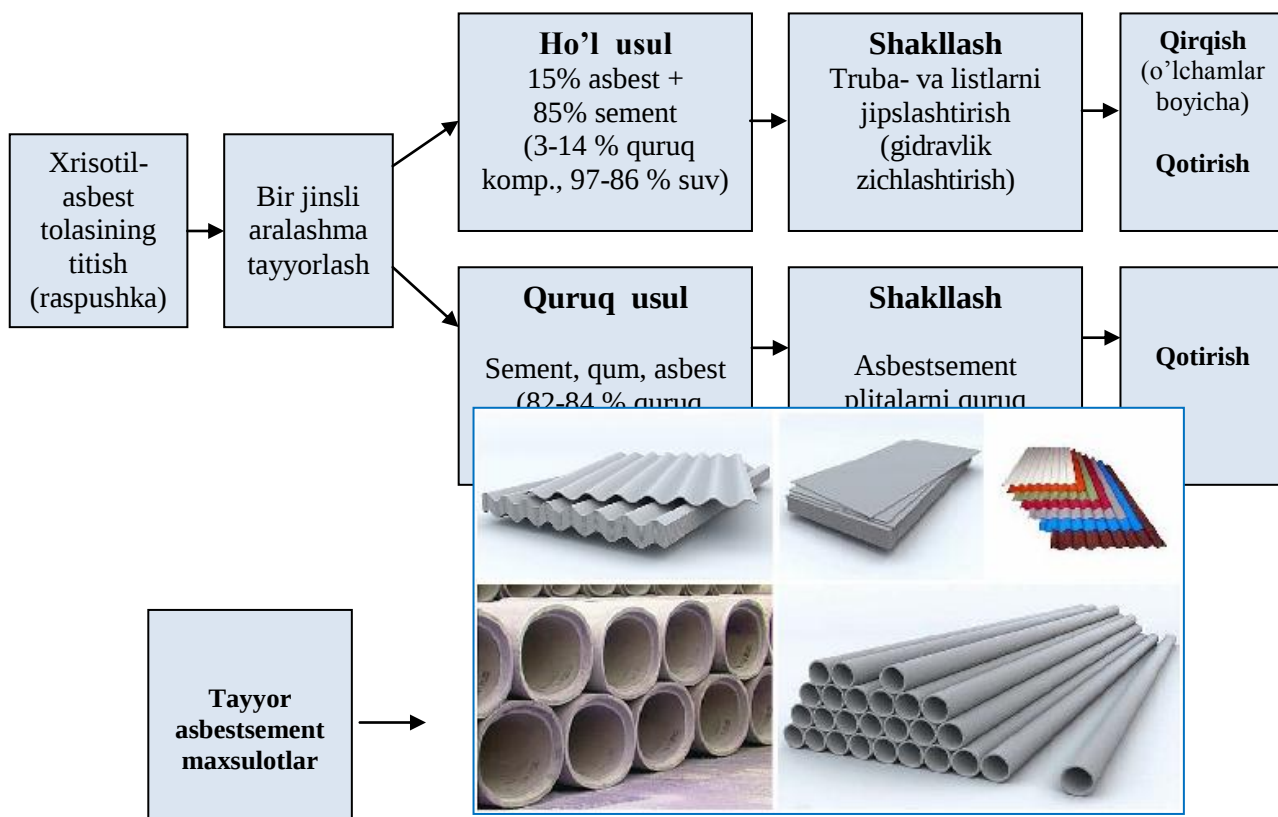
digan suv miqdori, m^3 ;

F – suv tozalagichni tiniqlashgan kismining kesim yuzasi, u odagda

V - suv tozalagichdagi suvni ko‘tarilish tezligi, mm, u odatda asbest tolasini qay darajada titkilanganiga qarab o‘rtacha 1,4 dan 2,2 mm/sek teng bo‘ladi.

0,85 – bu suv tozalagich moslamaning umumiy maydonini 85 foiz kesim yuzasiga to‘g‘ri keladi.

Hulosa etib asbestsement maxsulotlar ishlab chiqarish tizimi quyidagi sxema asosida ifodalanishi mumkin:



Amaliy mashg'ulot. Asbestsement listlarini ishqalanish darajasini aniqlash

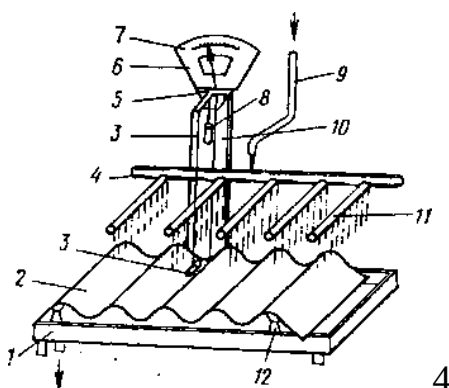
Ishni bajarish maqsadi: Asbestsement buyumlarining ishqalanishini aniqlash. Asbestsement listlarini ishqalanishi bu listlarning massasidagi namlikning notekis joylashishidir. Masalan yassi list ishqalanishi natijasida shaklini o'zgartiradi, tekis shakldan yarim dumaloq yoki ellips xolga aylanadi. Asbestsement listlarini o'lchami katta va qalinligi kichik bo'lgani uchun ular tez ishqalanadi.

Kerakli asboblari va materiallari: indikatorli apparat, asbestsement namunalari.

Ishni bajarish tartibi. Asbestsementning tekis listlarni ishqalanish darajasini indikatorli apparatda aniqlanadi (65-rasm). Apparat tunuka plastinka, 2-ta tayanch prizma va ustundan iborat. Ustunda indikatorli moslama joylashtirilgan. Indikatorli moslamadagi shkala mm da belgilangan va strelkasining bir aylanmasi 1 mm ga to'g'ri keladi.

O'lchovi.....0,01 mm.

Namunani o'lchami.....130 x 30 mm.



1- asos; 2- plastina; 3- shkala ko'rsatkichi

65-Rasm. Indikatorli apparat.

Namuna nam mato bilan yopilib namlanib turiladi. Namlash ta'sirida namuna tez vaqtda qiyshaya boshlaydi, ya'ni ishqalanadi. Namunani vertikal xolatda sirtini o'zgarishi indikatorli shkaladagi strelka bilan belgilanadi. Ko'rsatkichlar 0,5; 1; 2, 3 va 5 minut davomida o'lchanadi, so'ng har bir 5 minutda toki ishqalanish darajasi maksimal xolatga ega bo'lmaguncha, ishqalanish jarayoni juda sekin sodir etsa, o'lchovni 1 soat davomida olib borish mumkin.

Asbestsement listlarini maksimal ishqalanish darajasi norma bo'yicha 0,6 mm dan ko'p bo'lmasligi kerak.

Nazorat savollari.

1. Asbestsement listlarning qanday turlarini bilasiz
2. Shartli plita deganda nimani tushunasiz
3. Asbestsement listlarning namligi nechaga teng
4. Asbestsement qatlamning qovushqoqligini oshirish uchun qanday qo'shimcha qo'shiladi
5. Shakllashdagi chiqindilar qaerda to'planadi

21-§ Rangli asbest-sement kompozitsion buyumlar texnologiyasi

Tayyor mahsulotning asl rangi uni tayyorlashda ishlatiladigan asosiy xom ashyo turlaridan biri, ya'ni sementning rangiga bog'liq, uning rangi esa sement tayyorlashda ishlatiladigan xom ashyoning tarkibiga va kuydirish sharoitiga bog'liq. Asbest-sementdan tayyorlangan mahsulotning rangi kulrang-ko'k bo'lib, ko'rimsizdir. Shuning uchun mahsulot asosan binolarniqurishda ishlatilishini hisobga olib, uning rangini chiroyli, ko'zga tashlanadigan qilib chiqarishni taqozo etadi. Buni hisobga olgan xolda rangli sementdan foydalanish tavsiya etiladi.

Bunda sement ishlab chiqaradigan korxonalarda oq sementga rang hosil qiluvchi moddani aralashtirish orqali rangli sement tayyorlanadi. Hozirgi paytda sanoat miqyosida quyidagi rangli asbest-sement mahsulot turlari ishlab chiqarilmoqda:

- 1) Butun qalinligi bo'yicha bo'yalgan buyumlar;
- 2) Faqat ustki yuzasi rangli sement bilan bo'yalgan buyumlar;
- 3) Faqat ustki yuzasi ranglibo'yoqlar bilan bo'yalgan buyumlar.

Agar umumiy massani rangli qilish kerak bo'lsa, rang hosil qiluvchi moddani asbest-sement aralashmasiga sepiladi va undan buyumlar qoliplanadi. Bu usul juda kam tarqalgan. Agar rangli sement bo'lsa, korxonada oq sementga rang hosil qiluvchi modda (1:1) nisbatda aralashtiriladi. Rang hosil qiluvchi modda ishqor ta'siriga chidamli, sementni suv bilan birikganida hosil bo'lgan moddalar bilan kimyoviybirikmahosil qilmaydigan bo'lishi kerak. Bunday rangli omixtadan buyumlar qoliplash ma-shinalarida tayyorlanaveradi. Lekin rangli moddani qo'shish omixtani sizib o'tish xususiyatini yomonlashtiradi, mustahkamligini kamaytiradi. 4-12 % miqdorda ishlatiladigan rang beruvchi modda tayyor mphsulotning tannarxini oshiradi. Ko'pincha mato ustidagi qatlamni bo'yash uchun sement va rang beruvchi modda aralashmasidan tayyorlangan suyuqlikni purkash usulidan foydalaniladi. Rang beruvchi modda sifatida: redoksayd Sg_2O_3 ftalotsianin, qizil temir oksidi (90 %), tabiiy pirolyuzit ishlatiladi. Yuzasi 1 m^2 bo'lgan yassi buyumlarni bo'yash uchun 0,06-0,07 kg rang beruvchi modda sarf qilinadi. Ko'pincha VO, UV, SV va SE xildagi mahsulot turlari bo'yaladi. Hozirgi paytda tarkibiga kremniy oksidi birikmasi kiruvchi buyoqlarni purkash orqali rangni hosil qilish usullari xam ishlab chiqarilmoqda.

Rang berish xususiyatini, u asosda buyumlar bo'yalgandan so'ng ularning qancha muddatda oqarishiga qarab baholanadi. U esa o'z o'rnida rang beruvchi moddani tarkibiga, sifatiga, maydalanish darajasiga, zarrachalarini tuzilishiga bog'liq. Rang berish xususiyati jihatdan organik moddalar ustun tursa, tabiiy moddalar esa past keladi.

Rangli asbest-sement buyumlar bilan binolarning tomlari qoplangan bo'lsa, ayrim maxallalarda buyumlarni ustki qismida oqdog' paydo bo'ladi, bu

buyum yuzasiga CaO ning erib chiqishi tufayli bo‘ladi. Bunga sabab buyumni davriy ravishda namligi oshishi, qurishi. Namligi ortishida suv buyumni qalinligi bo‘yicha CaO eritadi, qurishida esa suv bug‘lanadi, unda erigan tuzlar esa buyumning yuzasida dog‘ sifatida paydo bo‘ladi. Buni oldini olish uchun buyumlarga CO₂ gazi bilan ta’sir etiladi yoki bo‘lmasa asbest-sement omixtaga 3 karbon kislota qo‘shiladi. Karbon kislota CaO ni bog‘lab suvda erimaydigan kalsiy silikatni hosil qiladi.

Rangli asbest-sement mahsulotlarini kamchiliklari:

- 1) Rangliqatlamning qalinligini kichikligi (0,04-0,06 mm);
- 2) Rangi bor sement zarrachalarini atrof-muhitga tarqalishi;
- 3) Rangli buyumlarning ko‘rinishi yaxshi emasligi.

Asosiy kamchiliklardan biri rangli aralashma tarkibiga asbest tolasini qo‘shib bo‘lmaydi, chunki qo‘shilsa, keyin elakda elab bo‘lmaydi. Shuningdek rangli asbest-sement buyumlarning yuza qavatini, tarkibi va xossalari mahsulotning asosiy massasidan farqqiladi. Bu usul bilan faqat yassi mahsulotni bo‘yash mumkin, chunki uni bukadigan bo‘lsak rangli, asbest-tolasi bo‘lmagan qavatda mayda darz ketgan joylar hosil bo‘ladi. Shunga qaramay bu usul bilan bo‘yash keng tarqalgan. Tayyor yassi mahsulotni bo‘yash uchun turli xil rang hosil kiluvchi moddalar ishlatiladi: laklar, sun’iy buyoqlar va xokazo. Birinchi jadvalda asbest-sement buyumlarini bo‘yashda ishlatiladigan bo‘yoqlarni turlari keltirilgan.

15-jadval. Asbest-sement buyumlarini bo‘yashda ishlatiladigan bo‘yoqlar

Nomlanishi	Tavsifi	Maydalanish darajasi (4000 t/sm ²)	Tozaligi, N	Bo‘yash qobiliyati
Temir oksidli sun’iy bo‘yoqlar	Sof suvsizlangan temir oksidi	1% > emas	8 dan 14 gacha	<2,4
Temir suriki	Suvsizlangan temir oksidi	1% > emas	8 – 20	2,1 dan >

Mumiyo va temir oksidli rudalar (tabiiy minerallar)	-	-	25 >	3,0 >
Xrom oksidi	Suvsizlangan xrom oksidi	1% > emas		
Oxra (tabiiy)	Tuproq, temir oksidlari bilan bo'yalgan	1% > emas	20-40	2,0 >
Ultramarin	Natriy alyumosilikat	1% > emas	-	-
Yashil pigment (organika)	Nitrobetanaftolni temir tuzi	1% > emas	-	yuqori
Saja	Uglerod	-	-	20,0
Amorfli grafit		1% > emas	-	2,0
Qora temir	Fe_3O_4	1% > emas	-	2,0
Marganets	Kuydirilgan va kuydirilmagan	1% > emas	-	10-15



66-Rasm. Rangli asbestsement maxsulotlar.

22-§ Texnologik jarayonning nazorati va tayyor maxsulotlarning sifati

Xom ashyo va materiallar tavsifi. Bosimda va bosimsiz ishlatiladigan quvurlarni ishlab chiqarishda quyidagi xom ashyo va materiallar qo'llanadi:

GOST 10178-85 bo'yicha portlandsement PS400-DO

O'zDSt 913-98 bo'yicha asbest-sement buyumlar uchun portlandsement

GOST 12871 bo'yicha xrizotil asbest A-3, A-4, A-5

RST Uz 818 bo'yicha texnik suvi

GOST 2874 bo'yicha ichimlik suvi

Rangli metallardan to'qilgan to'rlar

№24 TV 0281151-20

№2 TV 0281036-06

YArimsheerst texnik matosi SPSH-1, SPA-1, TU 17 RSFSR 59-6937

texnik HClGOST 857

GOST 3640 bo'yicha rux

GOST 21930 bo'yicha pripoy POS-40

Xrizotilsement listlarni ishlab chikarish nazotati. Xrizotil sement listlarni ishlab chikarishda quyidagi nazorat ishlari olib boriladi:

- xom ashyoni nazorati;
- xrizotil listlarni tayorlashdagi nazorat;
- tayyor maxsulotni nazorati

Texnologik jarayonning barcha nazorati texnik nazorat bulimi, laboratoriya va bosh texnolog xizmatlari tomonidan amalga oshiriladi:

- xom ashyoning nazorati laboratoriya va bosh texnolog tomonidan utkaziladi;
- tayyor maxsulotning nazorati va laboratoriya orkali utkaziladi.

Xom ashyo va materiallarning kursatkichlari 16-jadvalda keltirilgan

16-jadval. Xom ashyo va materiallarning ko'rsatkichlari

Xom ashyo materiallar	Ko'rsatkichlar	Miqdori
GOST 10178-85	SO ₃ miqdori, %	1,0-3,5
portlandsement PS400-DO	solishtirma sirti, m ² /kg	230-290
O'zDSt 913-98	SO ₃ miqdori, %	1,0-3,5
asbest-sement buyumlar uchun portlandsement	solishtirma sirti, m ² /kg	230-290
asbest-xrizotil A-3, A-4, A-5 GOST 12871	namligi, % fraksion tarkibi, % elak-12,7 mm A-3, A-4, A-5 4,8mm elak A-3-70 A-3-60 A-3-50 A-4-40 A-4-30 A-4-20 A-4-5 1,35 mm elakda: A-5-50 A-5-65 0,4 elakda: A-3-70 A-3-60 A-3-50 A-4-40 A-4-30 A-4-20 A-4-10 A-4-5 A-5-5-05 A-5-50	3 0 70 60 50 40 30 20 5 50 65 2,5 2,8 3,0 3,5 4,0 4,5 4,5 5,0 9,0 10,0
TU 13-0281151-20 №24 to'rlar	eni, mm simlar soni, sm asosida- utok- echimlarning diametri, mm asosida utok yacheykalarni o'lchami, mm asosi orasida utka orasida setkani tipik kesimi, % 1 m ² setkani og'irligi, kg	4400 24±0,5 15-16 0,20 0,24 0,217 0,405 32,7 1,345
№2 setka GOST 13-02810-36- 06	Eni, mm 1 poch. dm simlarni soni, dona asosida - utokda - yacheykalarni yorug'dagi o'lchami, mm segment kesimdagi simlarni yorug'dagi	1500 2,0±3,0 20,0±3,0 3,25x3,25

	o'lchami, mm balandlikda segment tubida 1 m ² setkani og'irligi, kg	0,60 1,75 3,180
texnik mato markasi SPSH-1, SPA-1 TU 17 RSFSR 59-6937	Eni, mm uzunligi, mm 1 m ² setkani og'irligi, g 1 m da simlar soni uzunasiga ko'ndalang matoni namligi, % matoni qalinligi, mm	4400 14500 1700±102 264±10 180±5 5 5-6
HCl GOST 857	zichligi, g/sm ³	1,142-1,163

Tayyor maxsulot sifat kursatkichlari buyicha GOST3931)40 talablariga javob berishi lozim (17-jadval)

17-jadval. Tayyor maxsulotga kuyiladigan talablar

Nazorat ob'ekti	Nazorat qilinadigan ko'rsatkichlar		Nazorat usullari, nazorat asboblari
	nomi, o'lchovi	berilgan ma'lumot	
Portlandsement PS400-DO GOST 10178-85	SO ₃ , %	1,0-3,5	GOST 5382 laboratoriya tarozi GOST 24104 Pech TU 16-331.64178 Elektroplita GOST 14919
Asbest-sement buyumlar uchun portlandsement	SO ₃ , %	1,5-3,5	GOST 5382 laboratoriya tarozi GOST 24104 Pech TU 16-331.64178 Elektroplita GOST 14919
-//-	Solishtirma sirti	230-290	GOST 310.2 Le-Shatele asbobi Tarozi GOST 24104 Quritgich TU 16-681.032 Termometr GOST 28498 Eksikator GOST 25336 PSX-8 asbobi
Asbest xrizotil A-4; A-5; A-6 GOST 12871	Namligi, %	3,0	GOST 25984,4 Tarozi GOST 24104 Quritgich TU 16-681032 Termometr GOST 28498 Eksikator GOST 25336
-//-	Fraksion tarkibi A-4-40 A-4-30 A-4-20	40 30 20	w=04 setka GOST 6613 440x300x65 mm Nazorat apparati w ₁ , w ₂ , w ₃ , w ₄ setkali w ⁰ =1=12,7 mm w ⁰ =2=4,8 mm w ⁰ =3=1,35 mm

			$w^0=4=0,4 \text{ mm}$
$w^0=24$ setka rangli metallardan	eni osnova utok	24 ± 12 13-16 Yacheykaning o'lchami Asosiga – $0,167\pm 0,017$ Utkaga – $0,375\pm 0,038$	GOST 7502 Mikroskop MBP-2 TU3-3.824-78
Texnik mato yarim sherst IKSH TU 17 RSF SR 42-10692-85	eni, mm uzunligi, mm	1550 17500-17900	Ruletk GOST-7502
HCl GOST 857-95 TU	zichligi g/sm^3	1,142-1,163	Aerometr GOST 18481 silindr GOST 1770
Asbestni ta'minlash	massasi, kg	100-150	Dozator GOST-10228
Sementni ta'minlash	massasi, kg	800 ± 10	Dozator GOST-10228
Suvni ta'minlash	Hajmi, l	2-3	Taroz GOST 29329 Bochka -80l, sekundomer TU 25- 1819.0021
Texnik suvni tozalash	Qoldiqni miqdori, g/l Harorat	0,1 30-60	Rekuperator SM-922 silindr V=1l GOST-1770
Asbestni titish	asbestni namligi, %	30-35	Begun SM-874 Taroz GOST-24104
-//-	titish darajasi	25	1l-silindr GOST 1770 taroz GOST 24104
-//-	davomiyligi, min.	15-18	Soat GOST 10733
Asbestni titish	titish darajasi	85	gollendor gidrotitkich Silindr-1l GOST 1770
-//-	davomiyligi, min.	6-8	Soat GOST 10733
Asbest-sement aralashmasi	aralashtirish vaqti, min.	3-4	Gollendor gidrotitkich Soat GOST 10733
	massani to'la chiqarish, min.	2-5	
Asbest-sement suspensiyani yig'ish	suspensiyaning miqdori, m^3	7	cho'michli aralashtirgich Soat GOST 10733
-//-	saqlanish vaqti, min.	30	
Asbest-sement qatlamni qoliplash	Vannalardagi asbest sement suspensiyaning konsentratsiyasi, %	5-18	LFM 1 oyda 1 marta GOST 24104, 7328, 1770, 14919

Suvdagi qoldiq miqdori, %	3	silindr GOST 1770	
Qatlam	Qatlamning namligi, %	50-38	vakuum probka GOST 24104 GOST 7328 GOST 14919
-//-	Qatlamning qalinligi, mm	5,5-6,8	
-//-	Qatlamning namligi, %	25	GOST 24104 GOST 7328
-//-	Qatlamning xajmiy massasi, g/sm ³	1,43	GOST 14919 lineyka GOST 427
-//-	Vakuum korobkadagi razryajenie, kg/sm ² (kPa)	0,35-0,70 (35-70)	vakuummetr GOST 2405
-//-	Sprinkler quvurdagi suvni bosimi, kg·s/sm ² (kPa)	1,5 (150)	manometr GOST 2405
-//-	Zichlovchi o'qlarning bosimi kg·s/sm ² 1-yordamchi 2-yordamchi 3-asosiy	 10-15 15-20 35-45	manometr GOST 2405
Uzunligiga listni kesish	list uzunligi, mm	1750±15	rotatsion qaychi ruletka GOST 7502
To'liqinsimon listlarni taxlash	listlar soni, dona	10-16	Qotirish konveyeri
	Qotirishning davomiyligi, soat	3-4	Qotirish konveyeri GOST 10733
	Harorat, °C	+40÷60	termometr GOST 28498
chiqindilarni qayta ishlash	chiqindilarning hosil bo'lishi, min	20	to'liqinsimon moslama, qaychi, aralashtirgich GOST 10733
Tekis listlarni kesish	uzunligi, eni, mm, qalinligi, mm	1750±10 1200±6 5,5-5,8	ruletka GOST 7502 lineykalar

Listlarni mustahkamligi 150 kgs/sm², zarbiy qovushqoqligi 1,5 150 kDj·m², sovuqqa chidamligi 25 sikl.

Korxona ishlab chiqaradigan mahsulotning nomenklaturasi va tavsifi.

Asbest-sement to'liqinsimon listlar:

40/150-8 – GOST 30340 TU

Yassi asbestsement listlari:

LP-NP - 1,75x1,2x8

LP-NP - 1,75x1,2x10

LP-NP - 1,75x1,2x12

GOST 18124-95 TU

Ushbu buyumlarning turlari va xossalari buyicha ma'lumotlar 18-jadvalda keltirilgan

18-jadval . Xrizotilsement buyumlarning turlari va xossalari

Mahsulotning nomlanishi (sort, marka)	Ko'rsatkichlarning nomlanishi	Ko'rsatkichlar
Asbestsement to'liqinsimon listlar 40/150-8	O'lchamlari, mm uzunligi eni qalinligi to'liqin balandligi, mm oddiy murakkab (yopuvchi) murakkab (yopiluvchi) egishga mustahkamligi, MPa zichligi, g/sm ³ zarbiy qovushqoqligi, kDj/g suvo'tkazuvchanligi, ch sovuqqa chidamligi, sikl qolgan mustahkamligi, %	1750±15 1130 ⁺¹⁰ -5 5,8 ⁺¹ -0,3 40 ⁺⁴ 40 ⁺⁴⁻³ 32 ⁺⁴⁻⁵ 18 1,6 18 24 25 120
Asbest-sement yassi listlar LP-NP - 1,75x1,2x8 LP-NP - 1,75x1,2x10 LP-NP - 1,75x1,2x12	O'lchami, mm uzunligi eni qalinligi Og'irligi, kg qalinligi – 8 mm qalinligi – 10 mm qalinligi – 12 mm Egishga mustahkamligi, MPa Zichligi, g/sm ³ Zarbiy qovushqoqligi, kDj·m ² Sovuqqa chidamliligi, sikl Qolgan mustahkamligi, %	1750±10 1200±6 8 ⁺¹ 10 ^{+1-0.6} 12 ^{+1-0.6} 32,2 40,6 48,5 18 1,6 2,0 25 90

Tayyor asbest-sement quvurlarning sifatining nazorati

Asbestsement quvurlarni ishlab chiqarish bo'yicha bo'limimizning unumdorligi 967 shartli km quvur. Mahsulotning nomenkoaturasi 19 va 20- jadvallar bo'yicha 19-jadval. *Tayyor asbest-sement quvurlarni sifatining nazorati*

Mahsulotni nomi	Normativ xujjati	Kod OKP
nalogsiz asbestsement quvurlar BNT 150-3950	GOST 1839 «Asbest-sement bosimsiz quvur va muftalar uchun» TU	578630
Bosimli asbest-sement quvurlar VT-9 200x2950 VT-9 250x3950 VT-9 300x3950 VT-9 400x3950	GOST 539 «Bosimga ishlaydigan quvurlar va muftalar» TU	578610
Muftalar SAM 9150 SAM 9200 SAM 9250 SAM 9300 SAM 9400	GOST 539 «Bosimli asbest-sement quvurlar va muftalar» TU	578610

20-jadval. *Asbestsement quvurlarni ko'rsatkichlari*

Mahsulotni nomi	Ko'rsatkichlari	O'lchami
Asbest-sement quvur BNT 150x3920	Tashqi diametri, mm Ichki diametri, mm qalinligi, mm og'irligi 1 pach.m, kg uzunligi ezishga ta'sir ettiruvchi kuch, N (kgs) suv yutuvchanliklarning bosimi, MPa (kgs/sm ²)	161±2,5 141 10±0,5 9,4 3920 ₋₅₀ 3920 (400) 0,4 (4)
Asbest-sement quvurlar VT-9 150x3950	Tashqi diametri, mm Ichki diametri, mm devorning qalinligi, mm quvurni uzunligi, mm ishchi bosim, MPa (kgs/sm ²) cho'zishga mustahkamligi (Rr), MPa (kgs/sm ²) egishga mustahkamligi (R), MPa Rr/R	168 _{-1,5} 141 _{+1,5} 13,5 _{-2,0} 3950 0,9 (9) 11000 (1100) 11000 (1100) 3,1 (31)

Asbest-sement 200x3950 quvurlar	VT-9	Tashqi diametri, mm ichki diametri, mm qalinligi, mm uzunligi, mm og'irligi 1 poch.m. quvur, kg cho'zilishga mustahkamligi (Rr), MPa (kgs/sm ²) ezishga mustahkamligi, MPa (kgs/sm ²) Rr/R	224 ^{-2,0} 189 17,5 ^{-1,5} _{+2,5} 3950 26,4 3,2 (32) 12000/1200 3,5
Asbest-sement VT-9 250x3950 quvurlar		Tashqi diametri, mm ichki diametri, mm qalinligi, mm uzunligi, mm og'irligi 1 poch.m. quvur, kg ishchi bosim, MPa ezishga mustahkamligi, N (kgs) cho'zshga bo'lgan gidravlik bosim (Rr), MPa Rr/R	247 235 19,5 3950 35,9 0,9 13000 (1300) 2,8 3,0
Asbest-sement VT-9 300x3950 quvurlar		Tashqi diametri, mm ichki diametri, mm qalinligi, mm uzunligi, mm og'irligi 1 poch.m. quvur, kg suv yutuvchanligiga gidravlik bosim, MPa ezishga mustahkamligi, N (kgs) egishga mustahkamligi, MPa Rr/R	324 279 22,0 3950 ⁻⁵⁰ 49,4 1,8 (18) 14000 2,8 3,0
Asbest-sement VT-9 400x3950 quvurlar		Tashqi diametri, mm ichki diametri, mm qalinligi, mm uzunligi, mm og'irligi 1 poch.m. quvur, kg bosim chidamliligiga, MPa ishchi bosim, MPa ezishga mustahkamligi, N (kgs) cho'zishga mustahkamligi, MPa (Rr) Rr/R	427 368 29,0 3950 84,7 1,8/18 0,9 18000 (1800) 2,8 (28) 3,0

**6-BOB. Portlandsement asosida kompozitsion
bog'lovchi materiallar
23- §. Portlandsement**

Portlandsement qurilish soxasida eng ko‘p tarqalgan material bo‘lib, uning asosiy xom-ashyolari tuproq, mergel, metallurgiya sanoati shlaklari, qo‘shimchalardan iborat bo‘lib, klinkerning kimyoviy tarkibi muxim ahamiyatga ega. Portlandsement qurilish-binokorlik ishlarida, beton quyishda, yo‘l qurilish ishlarida, qurilish aralashmalari tayyorlashda ishlatiladi. Portlandsementning bir necha turlari mavjud – alyuminatli, tomponaj, shlakli, putssolan, yuqori glinozemli kabi turlari mavjud bo‘lib, ular o‘zlarining xom-ashyo tarkiblari va xossalari xususiyatlari bilan o‘zgaruvchidir.

Portlandsementning kimyoviy tarkibi. Umumiy kimyoviy tarkib orqali portlandsementning xususiyatlarini tarkib → xossa sxemasi bo‘yicha olindan aytib va baxolab bo‘lmaydi. Klinkerning asosiy komponentlarini kimyoviy tarkibi va sementning xossalarini uning fizik-kimyoviy negizi asosida oldindan aytish mumkin. Bunda faqat kimyoviy tarkib emas, balki ko‘rsatkichlari xam portlandsementning tarkib - xossalarini baxolash uchun bir-biriga bog‘liq omillar xisoblanadi:

Silikat moduli

$$n = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3},$$

Glinozem moduli

$$p = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3},$$

Asosiy modul

$$m = \frac{CaO}{SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3}$$

To‘yinish koeffitsienti

$$TK = \frac{(CaO_{umumiy} - CaO_{erkin}) - (1,65 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3)}{2,8 \cdot (SiO_{2umumiy} - SiO_{2erkin})}$$



Klinkerning o‘rtacha kimyoviy tarkibi quyidagicha, %:

CaO=64-67, SiO₂=21-24, Al₂O₃=4-7, Fe₂O₃=2-4, MgO=2-3, p.p.p=0-2%.

Bu oksidlardan tashqari yana R₂O₅, Sr₂O₃, TiO₂ kabi oksidlar xam mavjud bo‘lishi mumkin, lekin ularning miqdori 1% gacha bo‘lishi mumkin. Bu oksidlar klinkerni shakllanishi jarayoniga kerak emas, lekin ular xom-ashyolar tarkibida yoki texnologik jarayonda qo‘shilmalar sifatida bo‘ladi.

Sement tarkibi. Portlandsementning mineralogik tarkibi bu uning tarkibidagi asosiy birikmalar – klinker, gips va qo‘shimchalarning miqdori xisoblanadi.

Odatda qo‘shimchalar qo‘shilmagan klinkerning miqdori -90...95%, qo‘shimchalar qo‘shilganda 70...80% ni tashkil etadi. Portlandsementdagi faol mineral qo‘shimchalar 0...2% kiritiladi. Portlandsement tarkibidagi gipsning miqdori -4% ni tashkil etadi.

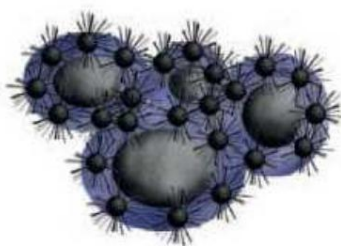
Portlandsementning fazaviy-mineralogik tarkibi. Klinker $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ va $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ lardan iborat. Bular hosil bo‘lgandan so‘ng, xom ashyodagi SO_3 ni CaSO_4 hosil bo‘lguncha va to‘yinganidan qolgan kalsiy oksidini, kremniy oksidi bilan birikib $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ni xosil qilishiga ketadigan CaO miqdoriga bo‘lgan nisbatini bildiradi.

Klinkerning xosil bo‘lish jarayoni 450°C atrofida boshlanadi. Bu temperaturada minerallardan kaolinitning degidratatsiyasi boshlanadi. $750\text{-}900^\circ\text{C}$ atrofida karbonatlarning dissosatsialanishi sodir bo‘ladi. CaO va kislotali oksidlari orasidagi sezilarli darajada qattiq reaksiya xodisasi 800°C atrofida bo‘ladi. Kalsiyning silikatlar, alyuminatlar va ferritlar xosil bo‘lishida issiqlikning ajralib chiqishi va qisman suyuqlanishi 1280°C atrofida kuzatiladi. Suyuq fazaning miqdori 20-30% gacha etadi, bunda Fe_2O_3 bog‘langan xolda, $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$; $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ xamda SiO_2 $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ko‘rinishida bo‘ladi. Keyingi jarayon CaO ning suyuq fazada erib $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ bilan ta’sirlanib $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ning xosil bo‘lishi bilan boradi. Silikat eritmalarining qayishqoqligi yuqori bo‘lganligi sababli $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ning xosil bo‘lishi sekinlik bilan boradi va bu jarayon $1400\text{-}1450^\circ\text{C}$ atrofida tugaydi. Portlandsementning tishlashish muddatlari bir qator faktorlarga ya’ni sement xamirining temperaturasiga, qorishmaga solinadigan suv miqdoriga, klinkerning mineralogik tarkibi, sementning maydalab tuyilganligi, gips va qo‘shilmalar miqdoriga bog‘liq. Sementda tishlashishning boshlanishi va tugallanish muddatlari belgilangan.

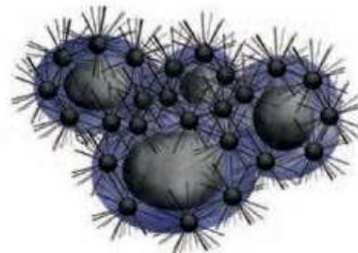
1. Sement suv bilan reaksiyaga kirishadi va zarrachalar atrofida sement kley hosil boladi



2. Fizik-kimyoviy jarayonlar natijasida sement kley asosida kristallar hosil bo'ladi



3. Kristallar biri biri bilan birikishib, yuqori mustaxkam sement toshi hosil qiladi.



67-Rasm. Portland sementning tishlanilishi va qotishi.

Portland sementning tishlanilishi va qotish jarayonlari sxemasi 67-rasmda keltirilgan: oldin sement suv bilan aralashtiriladi (1) 15 daqiqadan so'ng (1) sementning qotish reaksiyasi natijasida yangi bog'lanishlar hosil bo'ladi (2). Haqiqiy mustahkamligi bir necha kun davomida qotish reaksiya (3), boshlangandan song ornatiladi²¹.

24- § Alyuminatli portlandsement.

Ohaktosh va giltuproqqa boy bo'lgan tog' jinslari asosida olingan sement alyuminatli sement deyiladi. Xom-ashyosi sifatida asosan boksit ishlatiladi. Boksit- qizg'ish rangda bo'lib, asosini giltuproq gidratining temir gidroksidi aralashmasidan iort boksit koni kambo'lganligi sababli giltuproqqa boy bo'lgan sanoat chiqindilari xam ishlatiladi. Alyuminatli sementlarning tarkibi 40% atrofida giltuproq, 45% gacha kalsiy oksidi va 5-10% kreniydan iborat bo'ladi. Alyuminatli sementlar suv bilan tez reaksiyaga kirishadi, tez tishlashuvchan va qotish xususiyati ega bo'lgan ikki kalsiyli gidroalyuminat mineralini xosil qiladi.



Alyuminatli sementlar tarkibidagi Al_2O_3 miqdoriga ko'ra glinozemli sement - GS ($\text{Al}_2\text{O}_3 > 35\%$), yuqori glinozemli sement VGS-1 ($\text{Al}_2\text{O}_3 > 60\%$), VGS-2 ($\text{Al}_2\text{O}_3 > 70\%$), VGS-3 ($\text{Al}_2\text{O}_3 > 80\%$) turlari mavjud. CaO ning miqdori GS- 38-

²¹ Carter C.Barry, Norton M.Grant. Ceramic materials. Science and Engineering. Springer, 2007. -716 p. ISBN: 0387462708.

42%, VGS- 16-35% gacha boradi. Fazaviy tarkibi GS uchun - $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (CA), $12 \text{CaO} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (C_{12}A_7), $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ (C_2AS gelenit), $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (C_2S), kaltsiyning alyuminatlari va ferritlari $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (shpinel)lardan iborat. VGS uchun - $\text{CaO} \cdot 2 \text{Al}_2\text{O}_3$ (CA_2), $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (CA), $12 \text{CaO} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (C_{12}A_7), $\text{CaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$ (CA_6) lardan, ba'zi xollarda korund xamda gelenit va alyumferritlar ko'shilmalari va shisha fazadan iborat.

Glinozemli va yuqori glinozemli portlandsementning kimyoviy tarkibi quyidagi 21-jadvalda keltiriladi.

21-jadval. *Glinozemli va yuqori glinozemli portlandsementning kimyoviy tarkibi*

Sement turi	Oksidlar miqdori, %						
	Al_2O_3	CaO	Fe_2O_3	SiO_2	MgO	SO_3	TiO_2
GS	35	-	-	-	-	-	-
VGS-1	60	32	1	3	1,5	2	0,05
VGS-2	70	28	1	1,5	1	2	0,05
VGS-3	80	18	0,5	0,5	0,5	0,5	0,05

Alyuminatli sementlar markasi sement:qumning nisbati 1 : 3 nisbatda tayyorlangan namunasi uch kundan keyin siqilish kuchiga sinab aniqlanadi. Xossalari 22-jadvalda keltiriladi.

22-jadval. Alyuminatli sement markalari va mexanik mustaxkamlik hossalari

Sement markasi	Mustaxkamlik chegarasi, Mpa			
	Siqilish kuchiga		Egilish kuchiga	
	24 soat	3 kun	24 soat	3 kun
400	35	40	2	2,2
500	45	50	2,4	2,6
600	55	60	2,7	3,0

Alyuminatli sementlar ko'proq yo'l qurilishi va ko'priklar qurilishida ishlatiladi.

25- §. Shlakli portlandsement.

Portlandsement klinkeri bilan donador shlakni birga tuyilsa xosil bo'lgan bog'lovchi modda shlakli portlandsement deyiladi. Sementdagi shlak miqdori 30...60% dan oshmasligi kerak. Toshqollardan portlandsementni quruq usul bilan olishda foydalaniladi. Bunda toshqol xom-ashyo aralashmasining komponenti sifatida xamda klinkerni tuyish jarayonida gidravlik qo'shimcha sifati ishlatiladi. Foydalanish samaradorligini oshirish maqsadida toshqolni donadorlanadi. Bu turdagi toshqollar qo'shib olingan sementlar o'ta tez qotuvchan bo'lib, maxsus xossalarga ega xisoblanadi. Shuning uchun ulardan gidromexanik inshootlar, aerodromlar, serxarakat avtomobil yo'llari qurishda keng qo'llaniladi.

Sanoat chiqindisi – toshqollardan foydalanib shlakoportlandsement olinishning iqtisodiy samaradorligi yuqori xisoblanadi. Yig'ma va yaxlit-monolit temir-beton jixozlar olish uchun ishlatiladigan M 300 markali betonning 80% i toshqol-sementdan tayyorlanadi, u oddiy portlandsementga nisbatan 5% ko'proq ishlatiladi. Sement ishlab chiqarish xajmini 1,5-2 barobar ko'payadi, yoqilg'i sarfi 40%ga kamayadi.

Domna toshqoli xom-ashyo komponent sifatida ishlatilishi mumkin. U xolda sement kuydirilayotgan pechlarning unumdorligi oshib, yoqilg'ining solishtirma sarfi 15 %gacha kamayadi. Toshqollardan gidravlik qo'shimcha sifatida foydalanish yoqilg'ining energiya sarfini deyarli 2 barobarga kamaytiradi va olinayotgan maxsulotning tannarxini 25-30% ga arzonlashtiradi.

Domna toshqolining u yoki bu sharoitda gidravlik faolligi uning mineralogik tarkibi bilan bog'liq xisoblanadi. Uning asosiy minerallarini gelenit - $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$, okermanit- $2\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$ γ yoki β - $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, rankinit - $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2$, psevdovollastonit- $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, kabilar tashkil etadi. Bulardan faqat β - $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ gina oddiy sharoitda xam gidratlanish va qotish xususiyatiga ega.

Sement sanoatida kul-toshqol materiallar sement xom-ashyosi aralashmasi sifatida xam keng qo'llaniladi. Bunda tuproqsimon material kul bilan to'liq yoki qisman almashtiriladi. Bu xolda:

1. Xom-ashyo aralashmasini kuydirish jarayoni ijobiy boradi, klinkerning

kimyoviy-mineralogik tarkibi yaxshi bo'ladi, xamda olinayotgan sementning sifati yuqori bo'ladi;

2. Tarkibida CaO yuqori bo'lgan kul ishlatilsa oxaktoshning sarfi kamayadi, yoqilg'i tejamkorligiga ejrishiladi, klinkerni chiqishi ko'payadi;

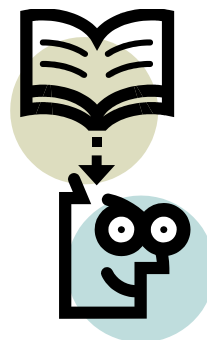
3. Nordon kul va toshqol sementni xo'l usulda olishda ishlatilganda shlamning namligi kamayadi.

4. Tarkibida yonmay qolgan ko'mir miqdori ko'p turi bilan kul ishlatilganda esa yoqilg'i sarfi kamayadi va klinker hosil bo'lish sharoiti yaxshilanadi.

Amaliy mashg'ulot. Sement tarkibi va hossalari hisoblash usullari. Masalalar va ularning echish namunalari.

1-masala

Markasi 400 bo'lgan puststolan portlandsement olish uchun markasi 600 rusumli portlandstementga qancha terpel qo'shish kerak. Taxmin qilinadiki, trepel 28 kunlik yoshga ega bo'lgan stement toshi xosil bo'lish reakstiyasida ishtirok etmaydi.



Masalani echilishi:

Markasi 400 rusumli puststolan portlandstement olish uchun markasi 600 rusumli portlandstementga quyidagi miqdorda terpel qo'shish lozim:

$$\text{Klinkerdan } \frac{400}{600} \cdot 100 = 66\%$$

Trepeldan esa $100 - 66 = 34\%$.

Demak, trepeldan 34% qo'shish kerak bo'ladi.

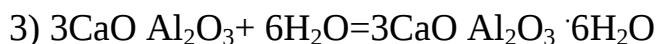
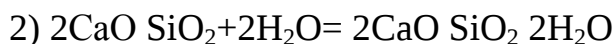
2-masala

Mineralogik tarkibi $C_3S-50\%$; $C_2S-25\%$; $C_3A-5\%$; $C_4AF-18\%$ ga ega bo'lgan portlandstementdan tayyorlangan stement uchun kimyoviy bog'langan suv miqdorini aniqlang. Klinker mineralining oxirgi maxsulotini ko'rsating.

Masalani echilishi:

Portlandstement klinkerining qotish jarayonida quyidagi reakstiyalar sodir bo'ladi deb shartli ravishda qabul qilamiz:





Har qaysi birikmada suvning foiz miqdori quyidagicha bo'ladi

1) $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$ uchun xisoblaymiz

$$3(40+16) + (28+32) + 5(2+16) = 318; \quad 5(2+16) = 90;$$

$$B = 90 / 318 \times 100 = 28,3\% \text{ ga teng.}$$

2) $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ uchun xisoblaymiz

$$2(40+16) + (28+32) + 2(2+16) = 208; \quad 2(2+16) = 36;$$

$$B = 36 / 208 = 17,3\% \text{ ga teng.}$$

3) $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$ uchun xisoblaymiz

$$3(40+16) + (53,94+48) + 6(2+16) = 378; \quad 6(2+16) = 108;$$

$$B = 108 / 378 = 28,5\% \text{ ga teng.}$$

4) $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ uchun xisoblaymiz

$$4(40+16) + (53,94+48) + (111,68+48) + 2(2+16) = 633; \quad 2(2+16) = 36;$$

$$B = (36 / 633) \times 100 = 5,68\% \text{ ga teng.}$$

Berilgan tarkibidagi stementni qotishi uchun kerakli bo'lgan suvning miqdori:

$$1. \text{C}_3\text{S} = 50\%; \quad B = 50 \times 28,3 / 100 = 14,15\%$$

$$2. \text{C}_2\text{S} = 25\%; \quad B = 25 \times 17,3 / 100 = 4,3\%$$

$$3. \text{C}_3\text{A} = 5\%; \quad B = 5 \times 28,3 / 100 = 1,4\%$$

$$4. \text{C}_4\text{AF} = 18\%; \quad B = 18 \times 5,68 / 100 = 1,02\%$$

$$\text{Ja'mi suv miqdori } B = 14,15 + 4,3 + 1,4 + 1,02 = 20,87 \text{ yoki } 21\%$$

Stementni qorishda plastik stement xamiri olish uchun suv bir necha barobar ko'p talab etiladi.

3-masala

Portlandstementdan tayyorlangan qotgan stement toshining g'ovakligini aniqlang. Stement xamiri qotish pallasida 28% suvga ega bo'lgan, bog'langan suvning miqdori stement og'irligining 20% tashkil etadi. Portlandstementning solishtirma og'irligini 3,1 teng etib olinsin.

Masalani echilishi:

Stement xamirining tarkibi og'irlik bo'yicha:

1 q. stement va 0,28 q.suv

STement xamiri ishg'ol qiladigan absolyut xajm:

$$V = \frac{1}{3,10} + 0,28 = 0,60$$

STement toshining absolyut hajmi

$$V_1 = \frac{1}{3,10} + 0,2 = 0,52$$

STement toshining zichligi

$$\frac{V_1}{V} = \frac{0,52}{0,60} = 0,86$$

G'ovakligi 0,14 yoki 14%

4-masala

Agar stement xamiri 40% suvga ega bo'lsa va qotish reakstiyalarini o'tishi uchun 18% suv talab etilsa, shlakoportlandstementdan tayyorlangan va qattqlik olgan stement xamiridagi g'ovaklikni aniqlang. Shlakoportlandstementning solishtirma og'irligi – 2,95.

Masalani echilishi:

STement xamiri 1 x. stement va og'irlik bo'yicha 0,40 x. suvdan iborat

STement xamiri ishg'ol etuvchi absolyut xajmi:

$$V = 1 / 2,95 + 0,40 = 0,74$$

STement toshi ishg'ol etuvchi absolyut xajmi:

$$V_1 = 1 / 2,95 + 0,18 = 0,52$$

STement toshining zichligi $V_1 / V = 0,52 / 0,74 = 0,7$ bo'ladi.

Shunda g'ovaklik 0,3 yoki 30% teng bo'ladi.

5-masala

Portlandstement ishlab chiqarish uchun quyidagi kimyoviy tarkibli tuproq va ohaktosh mavjud (6 jadval). 0,90 to'yinish koeffitsientiga ega bo'lgan portlandstement olish uchun qanday nisbatda tuproq va ohaktosh olinishi kerak.

$$K_T = \frac{CaO - 1,65 \cdot Al_2O_3 - 0,35 \cdot Fe_2O_3}{2,8 \cdot SiO_2} = 0,90$$

Xom ashyo tarkibidagi birikmalar summasi nima uchun 100% ga teng bo'lganligini tushuntiring.

6- jadval

Nomlanishi	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
Ohaktosh	48	5	8	1	0,7
Tuproq	6	1	55	10	6

Masalani echilishi:

Tuproqni ohaktoshga bo'lgan nisbatini 1 : X etib belgilaymiz, bunda quyidagi miqdorni hosil qilamiz.

$$K_T = \frac{CaO - 1,65 \cdot Al_2O_3 - 0,35 \cdot Fe_2O_3}{2,8 \cdot SiO_2} = \frac{6 + 48X - 1,65(10 + X) - 0,35(6 + 0,7X)}{2,8(55 + 8X)} = 0,90$$

$$X = 2,3$$

Tuproqni ohaktoshga bo'lgan nisbati – 1 : 2,3

6- jadvaldagi barcha birikmalar oksidlar ko'rinishida berilgan, tabiatda esa ushbu birikmalar karbonatli yoki suvli birikmalar ko'rinishida uchraydi.

6-masala

Portlandstement olish uchun zavod sharoitlarida xom ashyo 1 : % (tuproq : ohaktosh) nisbatda olinadi. Tuproq va ohaktoshning kimyoviy tarkibi 7 jadvalda keltirilgan. Xom ashyoning hosil qilingan tarkibi asosiy, silikat va giltuproq modullar uchun belgilangan chegaralarda muvofiqmi. Bundagi MgO miqdori GOST 10178 – 62 talablarini qanoatlantiradimi

7- jadval

Nomlanishi	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
Ohaktosh	48	0,8	5	2	0,5
Tuproq	10	0	54	10	4

Modullar o'zgarishi

$$\text{Asosiy } \frac{CaO}{SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3} = 1,9 - 2,4; \quad \text{Silikat } \frac{Si_2O}{Al_2O_3 + Fe_2O_3} = 1,7 - 3,5$$

$$\text{Giltuproq } \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3} = 1 - 3$$

Masalani echilishi:

$$\text{Asosiy } \frac{48,5 + 10}{5 \cdot 5 + 54 \cdot 1 + 2 \cdot 5 + 10 + 0,5 \cdot 5 + 4 \cdot 1} = 2,46;$$

$$\text{Silikat } \frac{54 + 5 \cdot 5}{10 \cdot 1 + 2 \cdot 5 + 4 \cdot 1 + 0,5 \cdot 5} = 3,0$$

$$\text{Giltuproq } \frac{10 \cdot 1 + 5 \cdot 2}{4 \cdot 1 + 0,5 \cdot 5} = 3,0$$

Xom ashyoning olingan nisbati, asosiy modulning bir ozgina yuqoriroq ekanligini mustasno qilgan holda, barcha talablarni qondiradi.

7-masala

500 rusumli 5 t portlandstement klinkeriga qancha trepel qo'shilishi talab etiladi va agar trepel o'z tarkibida 60% aktiv qumtuproq, portlandstement klinkeri esa o'z tarkibida 50% uchkalstiyli silikat ($3CaO \cdot SiO_2$) tutsa qanday rusumi puststolan portlandstement olinishi mumkin.

Masalani echilishi:

Klinker va trepel orasidagi nisbatni 1: x orqali belgilaymiz.

STement qotishida quyidagi reakstiya bo'yicha erkin ohak xosil bo'ladi.



$$228 + n18 = 244 + 74$$

$$\text{Ajralib chiquvchi ohakning miqdori } 50 \cdot \frac{74}{288} = 16,5 \%$$

Bir kalstiyli silikatda ohak va qumtuproq 50 : 60 nisbatda birikadi. Demak, qumtuproqdan klinker bilan trepel orasidagi nisbat 1: 0,25 bo'ladi.

5 t klinkerning qotishida ajraluvchi erkin ohakni bog'lash uchun 1,25 t trepel olinish kerak, yoki 5 t klinker stement og'irligining $56,25 \cdot 100 = 80\%$ tashkil etadi. Olingan puststolan portlandstementning aktivligi qotishning 28 sutkasida $0,80 \cdot 500 = 400 \text{ kg/sm}^3$ bo'lishi lozim, uning rusumi esa (markasi) GOST 10178-62 talablariga muvofiq 400 bo'ladi.

8-masala

75% portlandstement klinkeri va 25% trepeldan tashkil topgan M500 rusumli puststolan portlandstement olish uchun portlandstement klinkerining aktivligi qanday bo'lishi kerak. Stement toshining 28 sutkagacha qotishida trepel qo'shimchasi reakstiyaga kirishmaydi deb qabul qilamiz.

Masalani echilishi:

Aktivligi 500 kg/sm^3 bo'lgan puststolan portlandstement olish uchun R_{28} aktivlikka ega bo'lgan portlandstement klinkeri olinishi zarur va u quyidagi tenglama orqali aniqlanishi mumkin.

$$0,75 \cdot R_{28} = 500;$$

$$R_{28} = \frac{500}{0,75} = 660 \text{ kg/sm}^3$$

9-masala

20 t plastifikastiyalangan portlandstement olish uchun plastifikastiyalovchi gidrofil qo'shimchadan qancha miqdorda olish talab etiladi.

SSB – plastifikastiyalovchi qo'shimcha (sulfat-spirtli barda) 50% qattiq modda va 50% suvdan iborat. SSB qo'shimchasining miqdori SSB ni quruq moddaga hisoblanganda stement og'irligining 0,2% tashkil qilishi kerakligi aniqlangan.

Masalani echilishi:

20 t plastifikastiyalangan portlandstement tayyorlash uchun stement og'irligining 0,2 % teng miqdorda SSB kiritilishi lozim, ya'ni

$$20\,000 \cdot 0,002 = 40 \text{ kg quruq modda.}$$

Biroq, SSB qo'shimchasi 50% suvli eritmada mavjud bo'ladi, ya'ni 40 kg suv, va bunda SSB ning 80 kg kiritilishi lozim.

10-Masala

10 t gidrofob portlandstement olish uchun qancha miqdorda III navli milonaft (gidrofob qo'shimcha), gips, trepel va klinker talab qilinadi.

Maydalashda tegirmon ichiga klinker og'irligining 0,15% miqdorida milonaft, 5% ikki molekula suvli gips va 10% trepel kiritilishi lozimligi aniqlangan.

Masalani echilishi:

10 t gidrofob portlandstement tayyorlash uchun quyidagi miqdordagi komponentlar talab etiladi:

- III navli milonaft $10\,000 \times 0,0015 = 15\text{ kg};$
- ikki molekula suvli gips $10\,000 \times 0,005 = 500\text{ kg};$
- trepel $10\,000 \times 0,1 = 1000\text{ kg};$
- klinker $10\,000 - 1\,500 = 8500\text{ kg}.$

11-Masala

O'lchami 4x4x16 sm bo'lgan balkachalar namunalari (plastik konsistenstiyaga ega stement xamiridan tayyorlangan) egishga, ularni yarimlangan bo'laklari – siqishga sinalgan. Egishga bo'lgan sinovlar natijasida: 46,8; 51,0; 52 kg/sm² natijalar olingan. Siqishga bo'lgan sinovlarda sindiruvchi yuklanish 8000, 7880, 8200, 8100, 8000 va 7900 kg teng bo'lgan. Portlandstement rusumini (markasini) aniqlang.

Masalani echilishi:

Portlandstement rusumini (markasini) GOST 10178-62 bo'yicha aniqlash mumkin. Egishga bo'lgan sinovlardan hosil bo'lgan yarimlangan balkachalar siqishga sinaladi. Yuklanish 4x6,25 sm o'lchamdagi metall plastinkalar orqali beriladi, bu esa 25 sm² kundalang kesimga muvofiq keladi.

Shunday qilib, egishga bo'lgan sinovlarda 46,8; 51,0; 52 kg/sm² yoki eng yuqori miqdorlarning o'rtacha 51,5 kg/sm² ko'rsatkichi olinadi (GOST 310-60 ga muvofiq). Siqishga bo'lgan sinovlarda to'rtta qiymati olinadi:

$$8000 : 25 = 320; 8200 : 25 = 328; 8100 : 25 = 324; \text{ ya'ni } 323\text{ kg/sm}^2.$$

Demak, olingan natijalar bo'yicha namuna M300 rusumli stementga muvofiq keladi.

12-Masala

1) Portlandstement; 2) gidrofob portlandstement; 3) sulfatbardosh portlandstement; 4) shlakoportlandstement; 5) sulfatbardosh puststolan stementdan tayyorlangan 4x4x16 si o'lchamli namuna balkachalar 28 kunda qotgandan so'ng egishga sinalganda (ikki eng yuqori natijalarning o'rtacha arifmetik qiymati)

o'rtacha mustahkamlikka ega bo'lgan. Siqishga sinalganda (yarimlangan balkachalarni to'rt eng yuqori natijalarning o'rtacha arifmetik qiymati) o'rtacha mustahkamligi:

Egishda, kg/sm ²	Siqishda, kg/sm ²
1,68	430
2,43	310
3,53	225
4,32	189
5,36	230

GOST 10178-62 bo'yicha stementlarning rusumlarini (marka) aniqlang.

Masalani echilishi:

GOST 10178-62 ga muvofiq bo'lgan stementlar rusumlari:

- 1) Portlandstement – M 400;
- 2) gidrofob portlandstement – M 300;
- 3) sulfatbardosh portlandstement – M 300;
- 4) shlakoportlandstement – GOST talablariga javob bermaydi;
- 5) sulfatbardosh puststolan portlandstement – M 300.

13-Masala

Agar undagi suvning miqdori stement og'irligining 50% ga teng bo'lsa; bog'langan suv – 22%; giltuproq stementning solishtirma og'irligi 3,00 g/sm² bo'lganda giltuproqli stementdan tayyorlangan qotgan toshning g'ovakligi aniqlansin.

Masalani echilishi:

Stement xamirining og'irlik bo'yicha tarkibi:

1 qism stementga : 0,50 qism suv.

Stement xamiri 1a toshi ishg'ol qiluvchi absolyut xajm:

$$V_1 = 1 / 3,0 + 0,50 = 0,833;$$

$$V_k = 1 / 3,0 + 0,22 = 0,553.$$

Stement toshining zichligi va g'ovakligi:

Zichligi $V_k / V_1 = 0,553 / 0,833 = 0,66$;

G'ovakligi 0,34 yoki 34%

Stement toshining qotish chog'idagi xajm o'zgarishi xisobga olinmaydi

14-Masala

M 300 shlakoportlandstement va M 300 portlandstementdan tayyorlangan M 50 shlakobeton ishlab chiqarishining iqtisodiy samaradorligini toping.

300 markali portlandstementni ishlab chiqarishda xom ashyoni ishlash – 6 so'm, shlakoportlandstement ishlab chiqarishda esa 5 so'm tashkil qiladi. M 50 shlakobetonni tayyorlash uchun M 300 portlandstementidan 220 kg/m^3 sarflanishi kerak. Ikkala betonning to'ldiruvchilarining tarkibi bir xil. Issiqlik ishlovi uchun bo'ladigan sarflar xam bir xil bo'lib, 10 so'm/m^3 tashkil etadi. Texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar 8 jadvalda berilgan.

8- jadval

Ko'rsatkichlarning nomlanishi	Klin-ker	Shu jumladan		Gips	Granulalangan shlak
		Ohaktosh va mergel	Tuproq		
Komponentlar bahosi, so'm:					
Shlakoportlandstement M 300	-	2-50	0-60	6-50	0-70
Portlandstement M 30	-	2-50	0-60	6-50	-
Quyidagilarning 1 t ga komponentlari sarfi:					
Shlakoportlandstement M 300	0,475	0,408	0,067	0,058	0,085
Portlandstement M 300	1, 280	1,100	0,265	0,990	-
Komponentlarni ishlab chiqarishga solishtirma kapital mablag'lar, so'm.					
Shlakoportlandstement M 300	-	7-00	1-50	16-50	0-82
Portlandstement M 300	-	7-40	1-90	16-52	-

Iqtisodiy samaradorligi quyidagi formula orqali hisoblab topiladi:

$$E_v = R_v(\sum Z_i P_i + Z_p) - R'_v(\sum Z'_i P'_i + Z'_p) + (Z_{pb} + Z'_{pb}),$$

Bu erda

Z_i va Z_i' – bog'lovchi komponentlarni ishlab chiqarishga ketgan sarflar, so'm/t;

P_i va P_i' – muvofiq komponentlar sarfi, t;

n va m – bog'lovchilarning tarkibiga kiruvchi komponentlar soni;

Z_p va Z_p' – bog'lovchilar ishlab chiqarishda qayta ishlashga bo'lgan sarflar, so'm/t;

R_v va R_v' – bir xildagi rusumli beton ishlab chiqarilishi uchun turli bog'lovchilar sarfi, t/m³;

Z_{pb} va Z_{pb}' – beton buyumlarni qayta ishlash uchun bo'ladigan sarflar, so'm/m³;

0,17 – sohaga oid, qurilish materiallari ishlab chiqarish uchun kapital mablag'larning sohaviy me'yoriy samaradorlik koeffitsienti.

Masalani echilishi:

M 300 shlakoportlandstementning o'rniga M 300 portlandstementni qo'llashdan hosil qiluvchi iqtisodiy samaradorlik quyidagicha bo'ladi:

$$E_v = 0,220 [1,00 (2,5 + 0,17 \cdot 7,40) + 0,265 (0,60 + 0,17 \cdot 1,90) + 0,09 (6,50 + 0,17 \cdot 16,52) - 0,250 (0,408 + 0,17 \cdot 7,00) + 0,067 \cdot (0,6 + 0,7 \cdot 1,50) + 0,067 (6,5 + 0,17 \cdot 16,5) + 0,85 (0,7 + 0,17 \cdot 0,82)] = 0,75 \text{ so'm/m}^3$$

15-Masala

10 t kislotabardosh stement tayyorlash uchun kerakli materiallar miqdorini hisoblab toping. Suyuq shisha va natriy kremneftor qo'llaniladi.

Masalani echilishi:

Kislotabardosh stement o'z tarkibida kamida 92% maydalangan kvarstli qum tutishi lozim (SiO₂) : 10 kg kislotabardosh stementga 9,2 kg maydalangan qum kerak bo'ladi; natriy kremneftordan Na₂SiOF₆ – suyuq shisha og'irligining 32,96% ya'ni, $0,800 \times 32,96 / 100 = 0,264$ kg natriy kremneftor va 0,536 kg suyuq shisha talab etiladi.

7-BOB. Bog‘lovchi moddali kompozitsion aralashmalar
26- § Bog‘lovchi moddali maxsus turdagi
kompozitsion aralashmalar turlari

Sement asosidagi finish aralashma. Bu turdagi aralashma devor va shiplarni xamda fasad shtukatukalangan yuzalarni tekislash uchun mo‘ljallangan. Surtiladigan asosning yuzasi toza, chang, yog‘ va yod qo‘shimchalardan tozlangan bo‘lishi lozim. Markasi Vetonit VX. To‘ldiruvchi sifatida 0,3 mm kichik o‘lchamli oxaktosh qo‘shiladi. (18-rasm).



68-rasm. Finish aralashmani devor yuzasiga berish

Vetonit VX aralashmasining texnik tavsifi:

- rangi oq va kul rang;
- suvning xarorati $+40^{\circ}\text{C}$ dan oshmasligi kerak;
- suvga chidamli;
- bog‘lovchi moddasi – sement;
- to‘ldiruvchi – donalarining o‘lchami 3 mm dan kichik bo‘lgan oxaktosh;
- sarflanishi – yuzani 1 mm qalinlikda qoplanganda $1,2 \text{ kg/m}^2$;
- 25 kg quruq aralashma uchun 8-9 l suv talab etiladi;
- suv bilan qorishtirilgan keyin 3 soat davomida ishlatilishi lozim.

Sement asosidagi quruq, nam va xo‘l sharoitdagi inshootlar uchun mo‘ljallagan gruntovka. Beton devorlar, engil beton, keramzit- beton bloklar va g‘isht devorlarni yuzasini, dastlabki tekislash uchun ishlatiladi. Bundan tashqari eski devorlar, yuzasi sement bilan ishlov berilgan eski devorlarni ta’mirlashda xam foydalanildi. Lekin bu turdagi aralashma bo‘yalgan yuzasi, oxak bilan ishlov

berilgan yuzalar, suvda eriydigan shpaklevka bilan qoplangan yuzalar uchun qo'llash mumkin emas. 25 kg quruq aralashma 5 l toza suv bilan 3—5 minut davomida qorishtiriladi. Tayyorlangan aralashma 3 soat orasida ishlatilishi lozim. Aralashmani 5-10 mm qalinlikda surtish mexanik moslama yoki qo'l yordamida amalga oshiriladi.

Dekorativ (bezakli) kompozitsion aralashmalar. Binolarning ichki va tashqi devorlarini pardozlash uchun mo'ljallangan. Rangi sement-qumli, oxak-qumli, terrazitli, polimersementli, sement-kolloidli va boshqa dekorativ tarkiblar asosida tayyorlanadi. Dekorativ aralashma tarkibiga bog'lovchilar sifatida oddiy oxak bilan oqartirilgan portlandsement yoki oq tosh uni va rangli portlandsementlar kiritiladi. Aralashmaga rangi beruvchi sifatida pigmentlar va tuyilgan tabiiy to'ldiruvchi materiallar ishlatiladi. Pardoz suvoqlarning yuzasi yaltiroq bo'lishi uchun aralashma tarkibiga slyuda yoki tuyilgan shisha qo'shiladi.

Tashqi pardoz ishlari uchun mo'ljallangan polimersementli dekorativ aralashmalar granit, keramik material, shisha, ko'mir, plastmassa kabi turli to'ldiruvchilarning o'lchamlari 2...5 mm xolda, polimersement tarkibiga yopishadigan xolda yoki intererlarni pardozlashda suvli-emulsiya ko'shiladi. YOpishtiruvchilar bilan qayta ishlangan dekorativ ushoq (kroshka) yuzaga siqilgan xavo yordamida beriladi, keyin gidrofoblanuvchi kremniy-organik qoplama bilan qoplanadi.

Maxsus turdagi aralashmalar xam mavjud bo'lib ular gidroizolyasion, tamponaj, in'eksion, rentgen nuridan ximoyalovchi, issiqbardosh, kislotalardosh va boshqalardir.

Gidroximoyalovchi kompozitsion aralashmalar. Suvli muxit sharoitidagi styajka va qoplamalar uchun mo'ljallangan. Bu turdagi aralashmalar kengayuchan, suv o'tkazmaydigan markasi 400 dan kam bo'lmagan portlandsement asosida tayyorlanadi. Sementlarning faolligi ortgani sari aralashmaning suv o'tkazmaslik xususiyati ortadi.

Aralashmaning suv o'tkazmaslik xususiyatini oshirish maqsadida plastifirlovchi, gidrofob, mikroto'ldiruvchi, faol mineral va polimer qo'shimchalar

kiritiladi. Qo'shimchalarni kiritilishi aralashmaning zichligini ortishiga olib keladi.

Mikroto'ldiruvchilar- yuqori dispers kukunlar bo'lib, ular aralashmada mayda zarrali, zich strukturani xosil bo'lishini va sedimentatsion g'ovaklar xajmini kamayishini ta'minlaydi. Turli xildagi bentonit tuproqlari va faol mineral qo'shimchalar bo'kish effektiga ko'ra suvo'tkazmaslik xususiyatini oshiradi. Kimyoviy zichlovchi qo'shimchalar – kalsiy, natriy, alyuminiy, temir, azot, kalsiylarning xloridlar, ftorli va kremneftorli tuzlar aralashmadagi g'ovaklarni o'rab, berkitish xossasiga ega. Bu qo'shimchalarni PAV (yuqori faol moddalar) bilan birgalikda qo'llashda aralashmalarining qotishini va koagulyasion struktura xosil bo'lishini sekinlashadi va aralashma zichlashishiga imkoniyat yaratadi.

In'eksion kompozitsion aralashmalar. Temir-beton konstruksiyalarning kanallari, armaturani beton bilan birlashtirish va ularni korroziyadan ximoyalash maqsadida qo'llaniladi. In'eksion aralashma sifatida sement xamiri, sement-qumli aralashma ishlatiladi. In'eksion aralashmalar kanallarga to'liq kirishi va bo'shliqlarni zich xolda qoplashi uchun uning qayishqoqligi yuqori bo'lishi, xamda minimal miqdorda suv ajralish (2%) xususiyatiga ega bo'lishi talab etiladi. Buning uchun suv/sement aralashmasi 0,35... 0,45 interval bo'yicha tanlanadi. 28% dan ko'p bo'lmagan normal quyuqlikdagi sement, maydalangan yoki o'lchami 1 mm dan ko'p bo'lmagan mayda fraksiyali qum va plastifitsirlovchi qo'shimchalar asosida aralashma tayyorlanadi. In'eksion aralashmalarining siljish xususiyati 7..8 sm ni tashkil etadi. In'eksion aralashma tarkibidagi qumning miqdori sementning umumiy miqdoridan 25% ni tashkil etadi. Aralashmada sementning sarfi qumsiz xolda 1300 dan 1600 kg/m³ ni, qum kiritilgan xolda esa 1100..1300kg/m³ ni tashkil etadi. In'eksion aralashmalarining mustaxkamlik bo'yicha markasi M300 kam bo'lmasligi kerak.

Pol uchun mo'ljallangan kompozitsion aralashmalar. Bu turdagi aralashmalar uchun sement- qumli, polimersementli materiallar qo'llaniladi.

Sement-qumli aralashma styajka va pol plitkalarni joylashtirish maqsadida qo'llaniladi. Styajkalar uchun markasi M150 va M200 bo'lgan sement va qum 1: 3 nisbatda, siljish xususiyatiga 4...5 sm ega bo'lgan aralashma qo'llaniladi. Pol

plitkalarini joylashtirish uchun to'shama- aralashma yuqori adgezion xususiyatga ega bo'lishi, qotish davrida kam deformatsiya beruvchi bo'lishi lozim xamda aralashmani optimal qalinligini tanlash kerak bo'ladi. Aralashmaning qisqarish xususiyatini kamaytirish maqsadida to'ldiruvchi materiallar, so'ndirilmagan oxak va gips kiritiladi.

Akustik kompozitsion aralashmalar. Akustik aralashmalar engil aralashmalar qatoriga kiradi, zichligi $600...1200 \text{ kg/m}^3$ ni tashkil etadi. Bu turdagi aralashmalar shovqinni kamaytirish uchun qo'llaniladi va tarkibiga engil g'ovak materiallar, 3-5 mm fraksiyali qum kiritiladi. Bunday qo'shimchalar katta xajm va g'ovaklikni xosil qiladi va tovush to'lqinlarni energiyasini ma'lum miqdorda o'ziga singdiradi. Qurilishda sement-pemza, gips-pemza, sement-shlakli va boshqa turdagi akustik aralashmalar ishlatiladi. Akustik aralashma tarkibidagi bog'lovchi va to'ldiruvchilarning miqdori odatda 1: 4 nisbatda bo'lib, aralashma strukturasi g'ovaklikni xosil bo'lishini taxminlash lozim.

27-§ Polimersement kompozitsion aralashmalar .

Dinamik ta'sirlarga chidamli, korroziyabardosh, zarb kuchiga qarshilik qila oladigan, kengayuvchan xususiyatlarga egadir. Pol ustini qoplashda xam polivinilatsetat emulsiyali qo'shimcha va sintetik lateksli sementli aralashma kaogulyasiyasini oldini olish maqsadida 2-10% gacha stabilizatorlar qo'shiladi.

Organik bog'lovchi asosidagi quruq sharoit uchun aralashmalar. Asosan devor va shiplar uchun mo'ljallangan. Uni g'isht, beton, engil beton, gips va shtukaturkalangan yuza, gruntovkalangan yuzalar uchun ishlatish maqsadga muvofiq. Aralashma surtiladigan yuza toza - chang, yog' va boshqa yod unsurlardan xoli bo'lishi kerak. Bu turdagi qorishmani mexanik tarzda purkovchi moslama yoki qo'lda shpatel yordamida surtiladi. Agar aralashmani bir-necha bor surtish lozim bo'lsa, xar bir surilgan qavatni 1-2 sutka davomida quritilish lozim bo'ladi. Qurigan yuzaning sirtini bo'yash, yoki ustidan gulgog'oz-obo'i yopishtirish mumkin. **Bu turdagi aralashma markasi Vetonit T.** Tarkibidagi oxakning fraksiyasi 0,6 mm dan kichik, organik kley qo'shilgan (14-rasm).



69-rasm. Organik bog'lovchi asosidagi aralashma bilan devor yuzasini qoplash.

Vetonit T aralashmasining texnik tavsifi:

- ✓ rangi oq;
- ✓ suvning harorati +40°C dan oshmasligi kerak;
- ✓ suv bilan aralashtirilgandan so'ng 24 soat davomida ishlatilishi lozim;
- ✓ aralashma surtilgan yuzaning qotish davri 1 sutka, surtiladigan qavatning qalinligi qisman qoplashda -1-5 mm, to'liq qoplashda -1-3 mm;
- ✓ sarflanishi – yuzani 1 mm qalinlikda qoplanganda 1,4 kg/m²;

- ✓ 25 kg quruq aralashma uchun 7 litr suv talab etiladi.

Vanna, sauna va boshqa namli muxit uchun yaroqsiz xisoblanadi.

Polimer bog‘lovchili quruq aralashma. Quruq sharoit uchun mo‘ljallangan. Asosan devor va shiplar uchun, g‘isht, beton, engil beton, shtukaturlangan yuzalar uchun ishlatish mumkin. Bu qurilish aralashmasi nam, xo‘l sharoit uchun masalan, vanna xonalari, suana, dush xonalari uchun ishlatishga yaroqsiz xisoblanadi. 25 kg li quruq aralashmani 7 l toza suv bilan 3-5 minut davomida mexanik aralashtirgich yordamida qorishtiriladi. Qorishma tarkibidagi bog‘lovchilarni yaxshi erishi uchun 10 minut tindiriladi. Bu turdagi aralashma markasi Vetonit L. Tarkibidagi oxakning fraksiyasi 0,6 mm dan kichik, polimer kley qo‘shilgan.

Polimer bog‘lovchili shpaklevka. Bunday aralashma quruq sharoit uchun mo‘ljallangan bo‘lib, asos bilan juda yaxshi adgeziyani xosil qiladi. Ko‘p xollarda shift, devor, beton, g‘isht xamda shtukaturkalangan yuzalar uchun ishlatiladi. Bu aralashma surtiladigan yuza quruq bo‘lishi talab etiladi. 25 kg li quruq aralashmani 8-9 l toza suv bilan 3-5 minut davomida mexanik aralashtirgich yordamida qorishtiriladi. Qorishma tarkibidagi bog‘lovchilarni yaxshi erishi uchun 10 minut tindiriladi. Ishlatilishidan avval yana bir bor aralashtiriladi. Bu turdagi aralashma markasi Vetonit LR Xard. Tarkibidagi oxakning fraksiyasi 0,3 mm dan kichik, polimer kley qo‘shilgan.

Polimer kleyli maxsus aralashma. Bunday aralashmalar gipskarton listlarining choklarni yopishda, ichki suvoq ishlariga mo‘ljallangan. 25 kg li quruq aralashmani 8-9 litr toza suv bilan 3-5 minut davomida mexanik aralashtirgich yordamida qorishtiriladi. Qorishma tarkibidagi bog‘lovchilarni yaxshi erishi uchun 10 minut tindiriladi. Bu turdagi aralashma markasi **Vetonit Siloyte**. Tarkibidagi oxakning fraksiyasi 0,2 mm dan kichik, polimer kley qo‘shilgan (70-rasm).



70-rasm Polimer kleyli aralashma bilan devor choklarni yopish.

Vetonit Siloyte aralashmasining texnik tavsifi:

- ✓ rangi oq;
- ✓ suvga chidamsiz;
- ✓ suvning xarorati $+40^{\circ}\text{C}$ dan oshmasligi kerak;
- ✓ suv bilan aralashtirgandan so‘ng 48 soat davomida ishlatilishi lozim;
- ✓ aralashma surtilgan yuzaning qotish davri 3 soatdan 1 sutkagacha
- ✓ sarflanishi – choklarni qoplash uchun $0,1-0,2\text{ kg/m}^2$, yuzani tekislash uchun $1,2\text{ kg/m}^2$;
- ✓ 25 kg quruq aralashma uchun 8-9 l suv talab etiladi.
- ✓ tarkibidagi oxakning o‘lchamlari $<0,2\text{ mm}$, polimer kley qo‘shilgan.

Polimer bog‘lovchili oq rangli shpatlevka. Imoratlarning ichki devor va shiplarining yuzalarini qoplash uchun mo‘ljallangan bo‘lib, asos bilan juda yaxshi adgeziyani xosil qiladi. Surtilgan qavatning qalinligi 1-5 mm bo‘lib, u qotganidan so‘ng yana yangi qavatni berish mumkin. 25 kg li quruq aralashmani 8-9 litr toza suv bilan 3-5 minut davomida aralashtiruvchi mexaniz yordamida qorishtiriladi va 10 minut tindiriladi. Bu turdagi aralashma markasi Vetonit LR Xard. Tarkibidagi oxakning fraksiyasi 0,2 mm dan kichik, polimer kley qo‘shilgan.

Mavzu bo‘yicha nazorat savollari

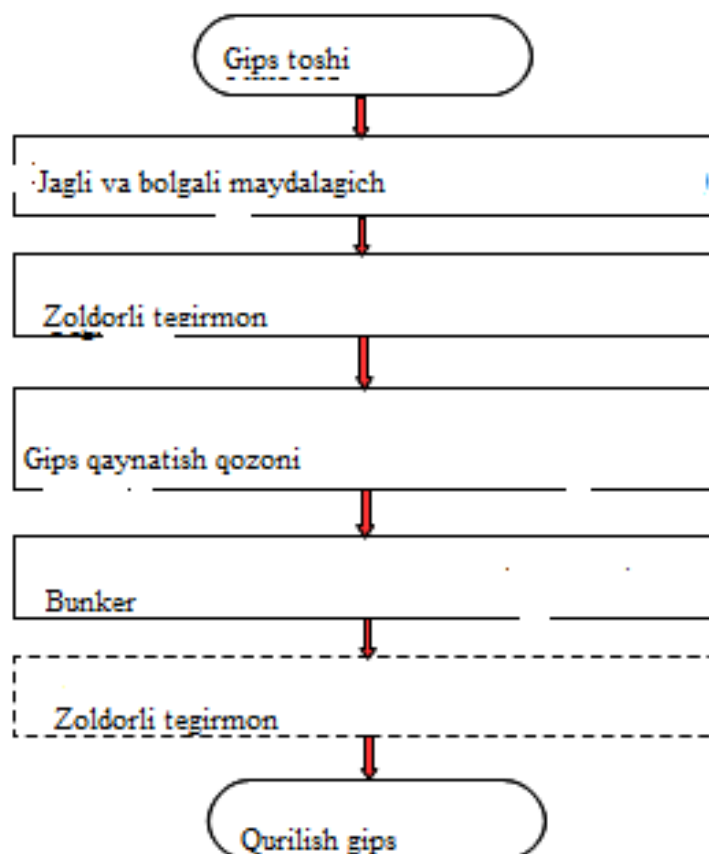
1. Organik bog‘lovchi asosidagi quruq sharoit uchun aralashmalar
2. Polimer bog‘lovchili quruq aralashma
3. Polimer kleyli maxsus aralashma.
4. Polimer bog‘lovchili oq rangli shpaklevka
5. Engil sementli styajka aralashmasi.
6. Sement asosidagi engil suvga bardoshli gruntovka
7. Sement asosidagi aralashma

8-BOB. Gips asosida kompozitsion materiallar

28-§. Havoda qotadigan gips asosida kompozitsion materiallar

Gipsli bog‘lovchi moddalar. Gipsli bog‘lovchi moddalar kuydirilgan gips-toshini mayda qilib tuyib hosil qilinadi (gips-tosh asosan tarkibida ikki molekula suvi bo‘lgan kalsiy sulfatli $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan iborat). Gips-toshining ko‘ydirilish temperaturasi va sharoitiga qarab qurilish gipsi, juda mustahkam gips hamda angidridli sement hosil bo‘ladi.

Qurilish gipsi. Tarkibida ikki molekula suvi bo‘lgan kalsiy sulfatli cho‘kindi tog‘-jinsi gipsni ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), suvsiz gips deb ataluvchi angidrid toshni (CaSO_4) va ayrim sanoat chiqindilarini pishirib gipsli bog‘lovchilar olinadi.



71-Rasm. Qurilish gips ishlab chiqarish texnologik sxemasi.

Standartda ko‘rsatilishicha, birinchi nav gips ishlab chiqarish uchun tarkibida $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ning miqdori 90%, ikkinchi nav uchun esa 65% dan kam bo‘lmagan tabiiy gips-tosh kerak.

Tabiiy gips-tosh oq rangli, qattiqligi 2 (Moos shkalasi bo'yicha) zichligi 2200....2400 kg/m³ bo'lgan jinsdir. Gips-tosh zaxiralarining eng kattasi O'zbekistonda Buxora viloyatida mavjud (Kogon gips koni).

150...170°C temperaturada kuydirilgan gips toshni tuyib maydalab olingan maxsulot qurilish gipsi deb ataladi .

Ikki molekula suvi bo'lgan kalsiy sulfatni 65⁰C da qizdirilganda u o'z xususiyatini o'zgartiradi va tarkibidagi suv asta sekin yo'qolib, digidratatsiyalana boshlaydi. Bunda gips-tosh 1,5 molekula suvni yo'qotib, yarim molekul suvli gipsga sekin aylanadi, bu quyidagi reaksiya bilan ifodalanadi.



Gips-tosh 140...170°C temperaturada ko'p miqdorda suvni yo'qotib, yarim suvli, tez qotuvchi (CaSO₄ · 0,5H₂O) gipsga tez aylanadi. Bunday bog'lovchi ba'zan *alebaster* deb ham ataladi.

Shunday qilib, qurilish gipsi hosil qilish yuzasidan belgilangan texnikaviy vazifa ikki molekula suvli gipsni yarim molekula suvli gipsga aylantirishdan iborat ekan. Tabiiy kalsiy fosfatlarini fosfat kislotaga hamda konsentratsiyalangan fosfor o'g'itlariga gidro-kimyoviy usulda aylantirish natijasida olingan chiqindi-fosfogips sanoat uchun yirik xom ashyo manbai hisoblanadi.

Maxsus ishlab chiqilgan usullar asosida fosfogipsdan sifati eng yaxshi tabiiy xom ashedan hosil qilinadigan maxsulotdan, qolishmaydigan tayyor bog'lovchi modda olish mumkin.

Gips ishlab chiqarish. Qurilish gipsi uch xil usulda ishlab chiqariladi:

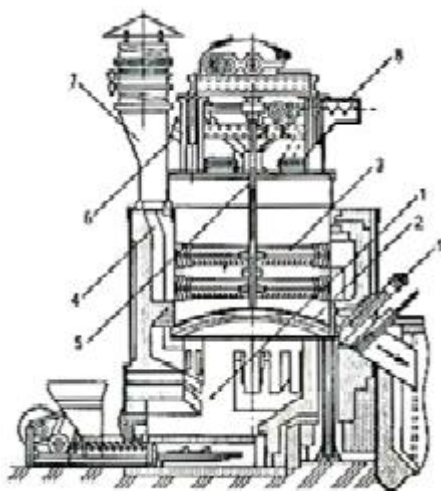
Gips-toshni kukunlab tuyiladi va pishiriladi.

Gips-toshni maydalab pishirib, so'ng tuyiladi.

Gips-toshni maydalab, yuqori bosimli suv bug'ida ishlanadi va quritilib tuyiladi.

Gips-toshni, asosan, shaxtali va aylanma xumdonlarda yoki bug'lash qozonlarida pishiriladi. Shaxtali xumdonlariga gips-tosh 70...300 mm yiriklikda solinadi, aylanma xumdonlarga 15 mm gacha bo'lgan yiriklikda, bug'lash qozonlariga esa 25...50 mm yiriklikda solinadi: qozonlarda pishirganda esa gips-

tosh kukun qilib tuyilgan holda solinadi. Gips-toshni pishirish usuli eng avval xom ashyoning xususiyati, olinadigan mahsulotga bo'lgan talabga qarab tanlanadi.



72-Rasm. Gips qaynatish qozonining sxemasi.

1- tokcha, 2-tubi, 3-issiqlik quviri, 4- qozonning korpusi, aralashtirgich, 6- bug' chiqaruvchi quvir, 7- tutun quviri, 8-ta'minlovchi qism, 9-shiber, 10-ta'minlovchi tarnov.

Gips-tosh bolg'ali maydalagichlarda yoki po'lat sharli (zoldirli) tegirmonlarda maydalanadi. Agar uni kukun darajasigacha tuyish kerak bo'lsa, avval quritib keyin maydalanadi. Gips-toshni quritish, tuyish va pishirishni shaxtali yoki g'ildirakli tegirmonlarda bajarish mumkin (rasm-1).

Amalda gipsni *qaynovchi* deb ataluvchi qozonlarda pishirib olish usuli keng tarqalgan. Po'lat silindr va vertikal o'qqa o'rnatilgan qorgichdan iborat bo'lgan qozonga kukun qilib tuyilgan gips solinadi. Qozonning diametri bo'ylab to'rtta issitgich trubalari o'tkazilgan. Ular solinayotgan xom gipsni pishiradi va tayyor maxsulot qozon tagidagi g'alvir orqali gips yig'uvchi bunkerga tushadi. Qozonning 2 m^3 xajmining ish unumi 2 soatda 1000 kg ga teng. Gips kukunining qozonda pishish vaqti 1...1,5 soat. (2-rasm)

Asosan yarim suvli gipsdan iborat bo'lgan va gips-toshdan iborat termik ishlash yo'li bilan tayyorlanadigan qurilish gipsi deb ataluvchi mahsulotni fosfogipsdan ham olish mumkin. Yarim suvli gipsning tarkibida 38,63% CaO, 55,16% SO₃ va 6,21% H₂O bor.

MDX dagi ko'pgina ilmiy tadqiqot muassasalari fosfogips chiqindilaridan

foydalanish masalasi ustida tadqiqot ishlari olib bormoqdalar. Armaniston Respublikasi FA Umumiy anorganik kimyo institutining VNIISTrom (Rossiya) bilan xamkorlikda ishlab chiqqan fosfogipsdan texnikaviy gips ishlab chiqarish metodi-suyuq muhitlarda qo'shilmalar ishtirokida (jarayon «tashabbuschi»lari) bosim ostida fosfogipsni digidratatsiyalashga asoslangan bo'lib, olingan α -yarim molekula suvli gips filtirlanadi, issiq suvda chayib quritiladi (3-rasm).

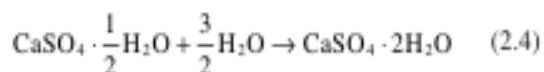
Institut tavsiya etgan sxemaga binoan fosfogips lentali transportyor yordamida pulpa tayyorlash uchun «chan»ga (sig'imga) uzatiladi. Pulpada suyuq va qattiq fazalar nisbati C:Q=4:1. Keyin pulpa markazidan qochirma nasos orqali quyultirgichga yuboriladi. Oqova suvlar kanalizatsiyaga tushiriladi, quyultirilgan pulpa esa (S:Q=1:1) markazdan qochirma nasos yordamida repulpator orqali qabul qilgichga uzatiladi va bu erda «tashabbuschi» qo'shiladi. Kristallanish jarayonini normal holga keltirish maqsadida kaliy yoki bariy maleinat yoxud dastlabki fosfogips massasining 0,1% miqdorida har ikki modda aralashmasidan foydalanish tavsiya etiladi. Qabul qilgichdan repulpator orkali markazdan qochirma nasos vositasida quyuq pulpa xom pulpa «chan»iga haydaladi, bu erdan ventil roslagich va markazdan qochirma nasos yordamida quyuq va xom pulpa aralashmasi ketma-ket o'rnatilgan avtoklavlar orqali o'tkaziladi, bu avtoklavlarda gips degidratatsiyalanadi. α -yarim gidratli qaynoq pulpa ignali rostlagich hamda issiqlik almashtirgishdan o'tadi va aralashtirgichli qabul qilgich bakida to'planadi. Bu bak bug'dan isiydigan zmeevik nay bilan ta'minlangan.

Pulpa temperaturasi 90...95°C dan pasaymasligi uchun lentali filtirda filtirlanadi. Filtrat resiverdan bakka yuboriladi, u erda esa nasos yordamida «chan»ga qaytariladi. Qattiq faza (ya'ni gips) lentali transportyorda quritilgich barabanga uzatiladi. Kurigan gips bunkerda to'planadi. Shu yo'sinda hosil bo'lgan gips qog'oz qoplarga joylanadi.

Criqadigan gazlar natriy metasilikat eritmasi yordamida yuvilib, ftorli gazlardan tozalanadi. P.F. Gordashevskiy va V.V. Ivanitskiyning (VNIISTrom) ma'lumotiga ko'ra, fosfogipsdan bunday usulda α -yarim gidrat tayyorlashda 300-500 markali mahsulot hosil bo'ladi.

29-§. Tabiiy gips toshi va uning asosida maxsulotlar

Hoover to'g'oni qurilganda, sifatidaqurilish jaraeonida aniq bloklar o'rniga bir qator alohida aniq ustunlar ishlatilgan. Bu to'g'on bir uzluksiz qatorlar sifatida barpo etilgan bo'lsa, u atrof-muhit haroratigacha sovitilganda 125 yilga chidamlikni qorsatar edi, deb taxmin qilinadi, kuchlanish natijada to'g'on vayron bo'lar edi, lekin bu sodir bo'lmaydi. Gips bu gidratlangan kaltsiy sulfat ($2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Gips tabiiy gipsni ($2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) isitish natijasida sodir bo'ladi, undan suv ma'lum bir miqdorda olib tashlanadi. Qachon, suv bilan aralashtirilsa, u bir necha daqiqa ichida kristallarni yaratish bilan bog'liq sementlash reaksiyalar bosqichida tishlanadi va toshga aylanadi:



Tishlashish vaqtini oshirish uchun sekinlantiruvchi modda qo'shiladi (oqsil keratin).

Gips - ilk topilgan frantsuz shahar nomi bilan atalgan, u erda gips konlari ko'p miqdorda mavjud bo'lgan. 1666 yilda Londonda katta yong'indan so'ng Parij shahrida yog'och uylarning devorlari qayta himoyasini ta'minlash uchun, ular gips bilan qoplangan edi. Gips 900 yillarga Osiyo va Suriyada qurilishda foydalanilganligi haqida ma'lumotlar topilgan. Misrliklar uni M.a. 3200 yillarda ishlatishgan, asosan qurilish materiali hisobida. Issiq iqlim natijasida tabiiy gips toshi quritilgan va suvsizlantirilgan, hosil bo'lgan suvsiz gips kukuni piramidalarda qo'llanilgan²².

Gipsning tafsifi. O'z kristall strukturasi ko'ra gipsning quyidagi asosiy xillari bo'ladi: sharsimon siniq mayda donali zich gips yoki bo'shliqda tartibsiz yo'naladigan yirik donali gips (alebastr); ipaksimon tovlanadigan, to'g'ri joylashgan, ipsimon kristallardan tarkib topgan tolali jins hamda qatlam strukturali yassi tiniq kristallar tarzida joylashgan plastinkasimon gips.

²² Carter C.Barry, Norton M.Grant. Ceramic materials. Science and Engineering. Springer, 2007. -716 p. 2.7. Gips va tsement. ISBN: 0387462708.

Tarkibida ikki molekula suv bo'lgan gips monoklin singoniyaga mansub. Uning kristalli to'ri Ca^{2+} ionlar hamda SO_4^{2-} sulfat tetraedralarini o'z ichiga olgan suv molekulalaridan iborat qatlamlar bilan bo'lingan qavatlardan tarkib topadi.

Koordinatsiya soni 8 bo'lgan Ca^{2+} ionlari va SO_4^{2-} ioni bilan suv molekulalariga nisbatan bir-biri bilan kuchliroq bog'langan. Shuning uchun suv molekulalari joylashgan (012) yuzalarga ko'ra ikki gidrat kristallari nihoyatda birikuvchanligi bilan farqlanib turadi. Birikuvchanlik (111) bo'yicha kamrok, (100) bo'yicha esa sust. Ikki molekula suvli gips qiziganida dastlab suv molekulaning Ca^{2+} va SO_4^{2-} ionlari bilan sustroq bog'lanishlari uziladi va kristall to'rdan suv yo'qoladi.

Odatda gips ustunsimon va tabletkasimon shakllarda kristallanib, ko'pincha qaldirg'och dumini eslatuvchi qo'shayrilar hosil qiladi. Shuningdek, qirralari qiyshiq va yuzasi silliq yostiqsimon kristallar ham gips uchun xos. Qo'shayri tizimlar hosil bo'lishi tufayli ikki yoki bir necha tarsaksimon qayrilgan shakldagi kristallar ham uchraydi. Kristallar ba'zan yirikroq shoxshabba shakllarga birlashadi. Kristallarning yorug'lik nurini sindirish ko'rsatkichi:

$$N_g=1,5305; N_p=1,5207.$$

Optik o'qlar oralig'idagi burchak $2V=58^\circ$. Gips kristallari rangsiz va shaffof, biroq tarkibida aralashmalar bo'lsa, xilma-xil, masalan, kul rang, sarg'imtir, qizgimtir ranglarga ega bo'ladi. Gipsda bir tekis tarqalgan oz miqdordagi aralashmalar gipsdan hosil qilinadigan bog'lovchi moddaning sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatmaydi.

Gips-toshning zichligi undagi aralashmalarga bog'liq bo'lib 2200...2400 kg/m^3 ni tashkil qiladi. Gipsdan tayyorlangan shag'alning hajmiy massasi 1300...1600 kg/m^3 dan iborat bo'lib, namligi keskin raishda 3...5 % va undan ko'p chegarada o'zgarib turadi. Moss shkalasi bo'yicha gipsning qattiqligi 2.

Gipsning suvda eruvchanligi (kalsiy sulfat hisobida) 18°S temperaturada – 0,2% 40°C temperaturada-0,21 va 100°C da – 0,17 %. Shuni aytish kerakki, temperaturaning 32°C dan 41°C gacha oralig'ida gipsning eruvchanligi eng yuqori bo'ladi. Turli tadqiqotchilarning ma'lumotlariga ko'ra, gipsning suvda

eruvchanligi turlicha. Gipsning suvda eruvchanligi gipsning o'ta to'yingan eritmalar hosil qilish qobiliyatiga, shuningdek uning kristallarining katta kichikligiga bog'liq. Gulletning ma'lumotiga ko'ra 25°C da gipsning eruvchanligi, kalsiy oksid hisobida 2 mkm kattaligidagi kristallar uchun 2,08 g/l ga etadi, kristallar kattaligi 0,3 mkm bo'lganda esa eruvchanlik 2,47 g/l ga teng. Agar kalsiy oksid gidрати ishtirok etsa, kalsiy sulfatning eruvchanligi susayadi. Gipsning suyultirilgan xlorid kislota va azot kislotalardagi, shuningdek ayrim tuz eritmalaridagi eruvchanligi suvdagiga nisbatan yuqori.

Issiqlik o'tkazuvchanlik gipsda past bulib, $1,6...46^{\circ}\text{C}$ temperaturada 0,3 Vt/(m·K)ga teng. Angidritning kristall to'ri har biri to'rttadan molekulali elementar kataklardan iborat bo'lib, zich joylashishi tufayli kalsiy sulfat boshqa turlarning kristall to'rlariga qaraganda ancha mustahkam.

Ikki molekula suvli gipsdan farqli o'laroq angidrit o'zaro perpendikulyar holatdagi uch yo'nalishda mustahkam birikish qobiliyatiga ega. Angidrit kristallari asosan mayda bo'lib ularni ajratib turuvchi yuzasi g'adir-budir chiziklar bilan o'yilgan. Angidritning sindirish ko'rsatkichlari:

$$N_g=1,614; N_p=1,57$$

Sof angidrit oq rangli bo'lib, o'z aralashmalariga qarab u gips singari xilma-xil tusga kiradi. Angidrit ikki molekula suvli gipsga nisbatan ancha zich va mustahkam jinsdir. Uning zichligi $2900...3100 \text{ kg/m}^3$.

Suvli va suvsiz kalsiy sulfat modifikatsiyasi. Temperatura va qizish sharoitlariga bog'liq xolda suvli kalsiy sulfatning turli modifikatsiyalarini hosil qilish mumkin, ular kristallarning zichligi, shakli va o'lchamlari gidratatsiya issiqligi, issiqlik sig'imi, optik xususiyatlari va boshqa xususiyatlari bilan bir-biridan farqqiladi. Kalsiy sulfat modifikatsiyasini, ularning barqaror mavjudlik sharoitlarini, birining ikinchisiga aylanishini tekshirishga bir qancha tadqiqotlar bag'ishlangan (Le Shatele, Vant Goff, A.A. Baykov, D.S. Belyankin, P.P. Budnikov, Kelli, Suttard va Anderson, Flerks va boshqalar). Biroqhozirga qadar uning suvli va suvsiz modifikatsiyalari soni, ularning strukturalari hamda fizik-kimyoviy xossalari xususida yagona fikr yo'q. D.S.Belyankin va L.G.Berg

tadqiqotlari bo'yicha shuningdek, Kelli, Suttard va Anderson ma'lumotlari asosida kalsiy sulfatning quyidagi modifikatsiyalari ma'lum:

- 1) Ikki molekula suvli kalsiy sulfat (gips) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- 2) α – yarim molekulali suvli kalsiy sulfat (α - yarim gidrat) α - $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, β - $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$
- 3) β – yarim molekula suvli kalsiy sulfat (β - yarim gidrat)
- 4) α – suvsizlantirilgan yarim gidrat α - CaSO_4
- 5) β – suvsizlantirilgan yarim gidrat β - CaSO_4
- 6) α – eruvchan angidrit α - CaSO_4
- 7) β – eruvchan angidrit β - CaSO_4
- 9) erimaydigan angidrit (odatda angidrit deb ataladigan) CaSO_4

Gips suvsizlantirilganda dastlab yarim gidratga aylanadi, so'ngra qizish jarayonida suvsiz modifikatsiyalarga-angidritlarga aylanadi. α – va β - modifikatsiyalarining hosil bo'lishi issiqlik tasirida ishlov berish sharoitlariga bog'liq.

β - yarim gidrat deb ataluvchi modifikatsiya digidratatsiya jarayonida suvning bug' xolida chiqish sharoitida hosil bo'lib natijada bu modifikatsiya zarralari ichki yuzasi ancha rivojlangan struktura hosil qiladi.

β - yarim gidratdan farqli ravishda α – yarim gidrat gipsga suvda yoki tuz va kislotaning suvdagi eritmalarida issiqlik ta'sirida ishlov berilayotganda hosil bo'ladi. Bunda suv suyuq tomchi xolatida ajralib, α - yarim gidratning zich kristallari hosil bo'lishi uchun sharoit tug'iladi. Natijada β - yarim gidratning zarrachalarining solishtirma satxi α - yarim gidratnikiga nisbatan ancha (2,5....5 marta) yuqori bo'ladi.

Zarrachalar ichki sathining xilma-xilligi yordamida β va α yarim gidratlarning sindirish va zichlik ko'rsatkichlaridagi farqni izohlash mumkin.

α yarim gidrat suvda qorilganda β -yarim gidratga nisbatan kam suv sarflab qo'zg'aluvchanligi keraklicha bo'lgan xamir olish mumkin. Demak, gipsning α -yarim gidratli modifikatsiyasidan qotgan gips β -yarim gidratliga nisbatan ancha

zich va mustahkam bo‘ladi. Agar α va β yarim gidratlar teng hajmdagi suvda qorilsa, hosil bo‘ladigan gips-toshning mustahkamligi ham o‘zaro teng bo‘ladi.

Suvda qorilganda α -yarim gidrat β -yarim gidratga nisbatan birmuncha sust tishlashadi, bunda β -yarim gidrat zarrachalari chinakam sathining yuqori darajada rivojlanganligi tufayli gidratatsiya tezligi ortadi.

Yarim molekula suvli gipsning qotishi. Yarim molekula suvli gipsning tishlashish va qotish mexanizmi haqidagi masala ko‘p vaqtlardan beri tadqiqotchilar diqqatini jalb etib keladi. Le-Shatele (1887 y) nazariyasiga ko‘ra, gipsning tishlashishi va qotishi kuyidagicha ketadi. Yarim molekula suvli gips suvda aralashtirilganda, u erib metastabil to‘yingan suvli eritma hosil bo‘ladi. U eritmada yarim gidrat suv bilan o‘zaro ta’sirlashib, ikki molekula suvli gipsga aylanadi va eritmadan ajralib chiqadi, yarim gidratning suvda eruvchanligi 20°C temperaturada 8 g/l, ikki gidratning eruvchanligi esa 2 g/l. O‘ta to‘yingan eritmadan ikki molekula suvli gips ajrala borgan sari uning kristallchalari ko‘payadi, Bir-biri bilan chirmashib bitishib, boshlang‘ich aralashmaning tishlashishi va qotishi uchun imkon yaratadi. Tishlashish boshlangandan so‘ng qotayotgan gips strukturasining bo‘zilishi uning mustahkamligini keskin pasaytirib yuboradi, shuning uchun kristallar endi hosil bo‘la boshlaganda tishlashishning dastlabki bosqichida gips strukturasini buzishi mumkin. Keyinchalik yarim molekula suvli gipsning (shuningdek, boshqa bog‘lovchi moddalarning) A. A. Baykov tomonidan ishlab chiqilgan nazariyasi o‘rtaga tashlandi. Bu nazariyaga binoan qotish jarayoni uch bosqichga bo‘linadi. Birinchi bosqichda suvda yarimgidrat erib, uning to‘yingan eritmasi hosil bo‘ladi. Birinchi bosqich bilan deyarli bir vaqtda boshlanuvchi ikkinchi bosqichda suvning yarim molekula suvli gips bilan o‘zaro ta’siri ketadi. Bunda ikki molekula suvli gips kolloid o‘lchamidagi (0,2 mkm dan kichik) yuqori darajada disperslangan kristall zarralar tarzida hosil bo‘lib, ayni vaqtda aralashmaning tishlashishi ro‘y beradi. Uchinchi bosqichda ikki gidratning o‘ta eruvchan mayda zarralari qayta kristallanib yana ham yirik kristallar hosil qiladi, bu esa o‘z navbatida sistemaning qotishini va uning mustahkamligini ortishini ta’minlaydi. So‘nggi o‘n yillar mobaynida bog‘lovchi moddalar, xususan,

gipsli moddalarning qotishiga oid yuqorida ko'rsatib o'tilgan asosiy nazariyalar yana rivojlandi. Chunonchi, V.N.Juravlev, S.D.Okorokov, M.I.Strelkov, G.N.Siversev va boshqalar bog'lovchi moddalar qotishining kolloid-kimyoviy nazariyasini rivojlantirishdi. S.D.Okorokov bog'lovchi moddalarning qotishini o'rganib, kolloidlanish bosqichining bo'lishi shart va shu bosqichda qoritqi suvning ta'sirida qattiq moddaning disperslanish jarayoni ketadi degan xulosaga keldi. V.N.Juravlev fikricha, kristall to'r yuzalari suvni seolit singari singdirishi natijasida bog'lovchi minerallar gidratatsiyalanadi. Donalar sirtida to'plangan gidratatsiyalangan qobiqlar sekin-asta emirilib, gidratning qo'plab mayda kristallari tarzida qoritqi suviga o'tadi, shu vaqtda tarang hamda deformatsiyalangan kristall to'r barqaror notarang to'rga aylanadi. Bundagipsning qotish jarayonida gelning kristall payvandlanish tarzidagi qayta kristallanishi tufayli mustahkamlik ortadi.

M. I. Strelkov ma'lumotiga binoan, yarim molekula suvli gipsning zarralariga dastlab suv tekanda avval notug'ri shaklli mayda zarralar tarzidagi qisman gidratlangan yarim gidratga aylanadi. Bunday zarralar oson eriydy (chunki ularning strukturasi nuqsonlar bor)va avval plastinkasimon hamda igna-simon kristallarga aylanadi, keyin ikki gidratning yaxlit payvandlangan, chirmashgan kristallari hosil bo'ladi. V.V.Konstantinov va N.V.Topchieva, gipsning qotish jarayonini mikroskop ostida o'rganish asosida yarim molekula suvli gipsning qattiq fazasida suv bilan bevosita birikish yo'li bilan yarim molekula suvli gips gidratatsiyalanadi degan fikrga keldilar. Eypeltauer o'tkazilgan tajribalar ham yarim molekula suvli gipsning suvda erimay turib to'g'ridan-to'g'ri suv bilan birikishi mumkinligini ko'rsatdi.

P.A.Rebinder, E.E.Segalova, V.B.Ratinov, O.V.Kunsevich va boshqalar Le IIIqatele fikrining to'g'ri ekanligini isbotladilar. P.A.Rebinder va E.E.Segalova o'z izlanishlarida yarim molekula suvli gips Le Shatele sxemasi bo'yicha gidratatsiyalanib, kristallangan struktura hosil qilishini ko'rsatib berdilar. Ular mustahkamlik ortishining to'xtashini yoki, hatto uning yarim molekula suvli gipsning butunlay ikki molekula suvli gipsga aylanganiga qadar mustahkamlik

pasayishini —qotgan jismning yaxlit kristallizatsiya strukturasi hosil bo'lishiga olib keluvchi bitish choqlarida kristallarning muayyan yo'nalishda o'sish jarayonida hosil bo'ladigan ichki kuchlanishlar ta'sirida strukturaning qisman bo'zilishi bilan izohlashdi. Gips suvga qorilgandan so'ng 30...40 minut o'tgach, ya'ni bog'lovchi moddaning gidratatsiyalanish jarayoni tugashi oldidan nam holatdagi eng yuqori mustahkamlik ta'minlanadi. Mustahkamlikning bundan keyingi ortishi gidratatsiya bilan emas, balki suvning bug'lanishi va materialning qurishi bilan izohlanadi. Kristallar yuzasini namlab turuvchi suvning yo'qolishi (parlanib ketishi) birinchidan mustahkamlikning ortishiga olib keladi, ikkinchidan esa kristallarning bir-biriga nisbatan sirg'alishini yo'qotadi va og'irliq ostida siljish deformatsiyasini keskin kamaytiradi.

P.A.Rebinder va E.E.Segalova bir guruh ilmiy xodimlar bilan olib borgan tadqiqotlari natijasida quymalarning mustahkamligi kristallarning katta-kichikligi bilan ular o'rtasidagi tutashuv maydonlarining nisbatiga bog'liqdir, shu nisbatni o'zgartirish yo'li bilan gipsning qayta kristallanish vaqtida uning mustahkamligini pasaytirish mumkin degan xulosaga keldilar. Bu tadqiqotchilarning fikricha, gipsning qotish tezligini kamaytirish orqali mustahkamlikni minimal darajagacha kamaytirsa bo'ladi.

O.V.Kuznetsovich, Ya.L.Zabejinskiy, V.B.Ratinov va boshqalarning tadqiqotlarida geterogen sistemalarda fazoviy o'zgarishlar haqidagi ma'lumotlar asosida qotishning kristallanish mexanizmi nazariyasi yanada rivojlantirildi. Masalan, V.B.Ratinov va boshqalar gidratning yangi hosilalarining kristallga aylanish jarayoni sifatida gidratatsiya kinetikasini miqdoriy tavsiyalashdi: Gidratlanish reaksiyasining davomlilikgi yarim molekula suvli gips suspeziyalarida vujudga keladigan tuyinish miqdori bilan belgilanadi, turli qo'shilmalarning qotish jarayoniga tezlatgich va sekinlatgich ta'siri yarim gidrat, shuningdek, ikki gidratning erish tezligiga bog'liq.

Bunda yarim gidratning hosil bo'layotgan ikki gidratga nisbatan tuyinish darajasiga (C_r/C_0) bog'liq ravishda kristallanish jarayonining tezlashishi yoki sekinlashishi mumkin. C_r/C_0 ning ortishi kristallanishni tezlashtiradi va aksincha,

C_r / C_0 ning kamayishi bu jarayonni susaytiradi. Binobarin, erimaydigan angidritda bog'lovchilik hossalarning deyarli butunlay yo'qligini α -va β - $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ga nisbatan ancha to'yingan eritmalar hosil qiladigan eruvchan angidrit hamda suvsizlantirilgan yarim gidratning qotish tezligi ikki gidratga nisbatan yuqori ekanini shu bilan izoxlash mumkin. A.V.Voljenskiyning fikricha, gidrat birikmalarining hosil bo'lish mexanizmi dastlabki moddalarning xossalari va ular bilan suv o'rtasida reaksiya ketadigan sharoitlarga bog'liq. Bunda bog'lovchi moddalarning, ayniqsa polimineral moddalarning o'zaro ta'siri ikki yoqlama bo'lishi mumkin: suv muhiti orqali ularning erishi bilan, ya'ni Le Shatele sxemasi bo'yicha va suvning dastlabki materialga to'g'ridan-to'g'ri birikishi bilan, ya'ni Mixaelis hamda A.A.Baykov sxemasi bo'yicha.

Suv bilan o'zaro ta'sirlashuvda bog'lovchi moddalar reaksiyaga qanchalik moyil bo'lsa va undagi zarrachalarning tashqi va ichki yuzalari qanchalik katta bo'lsa, shuningdek, bog'lovchi moddali qorishmada suv qanchalik kam va qorishma temperaturasi qancha yuqori bo'lsa, suvning qattiq faza bilan to'g'ridan-to'g'ri biri-kishi uchun imkoniyat shuncha qulay hisoblanadi. A.V.Voljenskiyning fikricha, qotish jarayonini tekshirish faqat gidratatsiya mexanizmini aniqlashdangina iborat bo'lmasligi kerak; suvning birikish jarayonining o'zi emas, balki uning gidratatsiya mahsuloti xususiyatiga ta'siri, hosil bo'ladigan gidrat zarrachalarining kogeziyon xossalari, ularning dispersligi va shakllariga bog'liq bo'lgan gidratatsiya mahsulotlarining bog'lovchilik xususiyati va texnikaviy xossalari katta ahamiyatga ega. Yangi hosil bo'lgan hosilalarning zarrachalari qanchalik dispers bo'lsa, olimlarning fikricha, ularning bog'lovchilik qobiliyati shu qadar yuqori bo'ladi.

Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, gidratlarning hosil bo'lish mexanizmiga qaraganda, qotgan tosh strukturasi shakllanish jarayoni haqidagi fikrlar bir-biridan keskin farqqiladi. P.A.Rebinder, E.E.Segalova va boshqalar, shuningdek A.F.Polakning fikricha, ikki gidrat kristallga aylanishida struktura hosil bo'lishi ikki bosqichda ketadi. Birinchi bosqichda kristallovchi struktura sinchlari

shakllanib, yangi hosila kristallchalari bilan kristallarning ehtimoliy o'sishi o'rtasida birikuv (kontakt) yuzaga keladi. Ikkinchi bosqichda esa yangi kristallanish kontaktlari vujudga kelmaydi, balki mavjud sinchlarining atrofi qoplanaveradi, ya'ni uni tashkil etuvchi kristallchalarning o'sishi kuzatiladi. Bunda, ham struktura mustahkamligi ortadi, ham kristallarning muayyan yo'nalishda o'sishi natijasida vujudga keladigan ichki cho'zuvchi kuchlanishlar hosil bo'lishi hisobiga struktura mustahkamligi kamayishi mumkin. Qotishning natijaviy mustahkamligi ko'p jixatdan qotayotgan suspenziyaning suyuq fazasida tuyinish miqdori va kinetikasi bilan belgilanadi, bu esa birlamchi bog'lovchi moddaning eruvchanligiga va uni erishining umumiy tezligiga bog'liq.

Kristallarning o'sishi uchun qanchalik qulay sharoit yaratilsa (to'yinish va reaksiya umumiy tezligi kam bo'lsa), struktura mustahkamligini pasaytiruvchi kuchlanishlar shu qadar ko'p bo'ladi. Aksincha, kristallchalarning yangi mo'rtaklari va ular o'rtasidagi tutashuvning hosil bo'lishi uchun qanchalik qulay sharoit vujudga kelsa (yuqori darajada tuyinish, erishning umumiy tezligi katta bo'lishi), kuchlanish shu qadar pasayadi. Biroqqotish strukturasini tashkil etuvchi kristallchalarning juda maydaliligi uning mustahkamligini susaytiradi.

Mutaxassislarning fikricha, struktura mustahkamligining eng yuqori bo'lishiga erishish uchun gidratatsiya jarayoni optimal sharoitlarda o'tishi kerak. Bunday sharoitlar past kuchlanishlarda etarli kattalikdagi yangi hosila kristallchalari hosil bo'lishini ta'minlaydi, ayni vaqtda kristallanish strukturasining shakllanishi va rivojlanishi ro'y beradi.

E.Stoklos olib borgan tadqiqotlarning ko'rsatishicha, qotish strukturalarining haqiqiy mustahkamligi, aytilganlardan tashqari, birikuv erlarida uzun kristalchalarning bog'dagi bog'liqligi bilan ham belgilanadiki, bu bog'liqlik **«shartli-koagulyasion» deb ataladi.** Bu bog'liqliklar koagulyasion bog'liqliklarga nisbatan ancha mustahkam. Ular material quriganda namoyon bo'ladi. Biroq material namlanganda ularning mustahkamligi koagulyasiya kontaktlarining mustahkamligi darajasiga qadar pasayadi, navbatdagi to'liqqurishi natijasida

mustahkamlik yana tiklanishi mumkin.

Shunday qilib, strukturaning mustahkamligi to'yingan eritmalardan iborat gidrat birikmalarining kristallanishi bilan ta'minlanadi. A. A. Baykovning fikricha yuqorida aytilganidek, qotayotgan sistema mustahkamligi yangi hosila zarralarining qayta kristallanishi hisobiga ortadi.

Mayda kristallchalarning aynan kimyoviy va modifikatsiya tarkibiga ega bo'lgan yirik kristallchalarga nisbatan yuqori darajada eruvchanligi qayta kristallanish imkonini beradi. Bu o'rinda tarkibi bir xil bo'lgan kristallar yiriklashadi, vaholanki, kristallanish kristallar kimyoviy tarkibining yoki strukturasining o'zgarishiga bog'liq.

Qayta kristallanish termodinamik jixatdan muqarrar jarayondir, chunki mayda kristallchalar ortiqcha erkin sirt energiyasiga (shunga muvofiq tarzda katta eruvchanlikka) ega, kristallar yiriklasha borgan sari bu energiya ham kamayadi. Qayta kristallanish va kristallarning yiriklashuvi odatda (jumladan, A.A.Baykov taxmin qilganidek), material mustahkamligining ortishiga emas, balki kamayishiga olib keladi, mayda kristall strukturaning mustahkamligi esa yuqori.

Shunga muvofiqholda A.V.Voljenskiy yangi hosilalar strukturasini betonning fizik va fizik-mexanik xossalariga ta'siri haqidagi gipotezasini yaratdi. Yangi hosilalar dispers zarrachalarning ahamiyati hamda ularning bog'lovchi qobiliyatini belgilovchi sirt energiyasi potentsiali haqidagi fikrlar shu gipotezaning asosini tashkil etdi. Urinish nuqtalari soni ko'p bo'lganda bog'lovchilik qobiliyati Vander-Vaals kuchlarining ishkalanishi, shuningdek, kimyoviy bog'larning rivojlanishi tufayli yuzaga chiqadi. Shunday qilib, yangi hosilalar zarrachalarining maksimal solishtirma sirti sistemasiga erishilganda eng yuqori mustahkamlik ta'minlanadi. Biroq A.V.Voljenskiyning fikricha, yangi hosilalar zarrachalarining bog'lovchi qobiliyatga ega bo'lishiga faqat ularning dispersligi emas, balki kogeziya formasi hamda ularning o'ziga xos xossalari ta'sir ko'rsatishi kerak.

Gidrat yangi hosilalari zarralarining yuqori darajada dispersligi, ayniqsa yuqori dispers zarrachalarning suv adsorbsiyasiga ancha moyilligi tufayli, zarrachalarning, qotgan sistemalarning sirg'anuvchanlik plastik deformatsiyasiga

moyilligini oshiradi.

Umuman A.V.Voljenskiy gipotezasiga ko'ra, sementlovchi moddalarning hosil bo'lish mexanizmidagi biror mustahkamlikka erishish kuyidagicha namoyon bo'ladi. Bog'lovchi modda qotishining boshlang'ich bosqichida gellar xususiyatiga ega bo'lgan yuqori darajada dispers holidagi zarralar tarzida gidrat birikmalari hosil bo'ladi. Bunda sistema mustahkamligi birinchi navbatda yuqori dispers zarralar konsentratsiyasining ko'payishi hisobiga ortadi. Shu bilan bir vaqtda, ilgari hosil bo'lgan zarrachalarning yiriklashuv jarayoni, binobarin, ular solishtirma yuzasi va bog'lash qobiliyatining kamayish jarayoni ham ketadi.

Qotish vaqtida yangi hosilalar zarrachalarining umumiy yuzasi ma'lum darajagacha kattalashadi. Keyinchalik u barqarorlashish yoki ekran pardasi vujudga kelib, sistemada dastlabki tarkibiy qismlar miqdori kamayishi, shuningdek qulay sharoitda zarrachalarning yiriklashish jarayoni davom etishi sababli bog'lovchi moddaning suv bilan ta'sirlashuvi to'xtashi natijasida reaksiya ham susayib ketishi mumkin. Bu jarayon sistemaning mustahkamligiga salbiy ta'sir etishi lozim, sistema mustahkamligi qotishning so'nggi bosqichida, yangi hosilalar zarrachalarining solishtirma yuzasi singari, eng yuqori darajadan o'tishi kerak. Uning boshlanishi ham bog'lovchi moddalarning hosilalari bilan, ham qotish sharoiti bilan belgilanadi.

Yangi hosilalar solishtirma yuzasini gipsning qotish jarayoniga ta'sirini bir qancha olimlar tekshirganlar. Chunonchi, Shvitte va Knauf yangi hosilalar solishtirma yuzasini BET (azot adsorbsiyasini o'lchash) usulida yarim gidratning suv bilan ta'sirida o'lchaganlar. Bunda gips bilan suv o'rtasidagi oraliq reaksiya, metanol namunasida ishlov berilib, belgilangan vaqtda to'xtatiladi. Ular olgan ma'lumotlarga ko'ra, gips namunasi solishtirma yuzasining maksimal kattaligi ($12...27 \text{ m}^2/\text{g}$) qorilgandan so'ng 3...8 minut vaqt o'tgach qayd qilindi. Takriban 10 minutdan keyin namunalardan birida qariyb $7...7,5 \text{ m}^2/\text{g}$ darajada, boshqasida esa $6...7 \text{ m}^2/\text{g}$ darajada solishtirma yuza ko'rsatkichlari barqaror holga keldi. Ushbu namunalarda birikkan gidrat suvi miqdorini aniqlash bo'yicha parallel olib borilgan tajribalarda uning miqdori eng yuqori darajaga yotguncha biror keskin

sakrashesiz 8...15 minut davomida tekis ko'payib borganligi aniqlandi.

Aniqlanishicha, yarim molekula suvli gips qotishi jarayonida hosilalar kristallari kattalashadi, bu esa ularning bog'lovchilik qobiliyatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Lekin qo'shimcha miqdorda yuqori dispers yangi hosilalar vujudga kelishi hisobiga mustahkamlik dastlab o'sishda davom etadi. Ammo ma'lum vaqtda kristallar o'sishining salbiy ta'siri gidratatsiya mahsulotining miqdoriy ko'payishidan ustunlik qila boshlaydi, shunda kontaktlar sonining kamayishi hamda sirt energiyasi potensialining pasayishi natijasida sistemaning mustahkamligi susayadi.

Demak, boshqa barcha teng sharoitlarda qotgan gipsning mustahkamligi yangi hosilalarning dispersligiga bog'liq ekan.

30-§.Gips bog'lovchilarining qotishiga qo'shilmalarning ta'siri.

Qotish xususiyatiga ko'ra gips bog'lovchilari ikkiga bo'linadi: tez qotuvchi gips bog'lovchilari (qurilish, o'ta mustahkam, qolip va meditsina gipsleri); sekin qotuvchi (angidritli sement va yuqori darajada kuydirilgan gips) gips bog'lovchilari. Gipsning tishlashish va qotish vaqtlari xom ashyoning xossasi, uni tayyorlash sharoiti, saqlanish muddati va sharoitiga, qo'shiladigan suv miqdori (suv bilan gips nisbati — C/G) bog'lovchi modda va suvning temperaturasi, aralashtirish sharoitlariga va ular tarkibida biror qo'shilmalarning borligiga bog'liq. Rolandning fikricha, gipsda uning eruvchanligining kuchaytirish yoki sekinlatish imkonini beradigan moddalarning borligi gidratatsiyaning tezlashishi yoki sekinlashishi uchun sharoit yaratadi. Uning ta'qidlashicha, gidratatsiya tezligi ham erigan modda tabiatiga, ham uning eritmadagi konsentratsiyasiga bog'lik. Gipsning (yarim gidratning) eruvchanligini kuchaytiruvchi moddalar— tezlatgichlar, eruvchanligini susaytiruvchi moddalar— sekinlatgichlar hisoblanadi.

Noorganik va organik birikmalar qo'shilmasining gips eruvchanligiga, tishlashish vaqti va qurilish gipsining mustahkamligiga ta'sirini o'rgangan Riddel ham shunday xulosaga kelgan. Masalan, NaCl tuzi yarim molekula suvli gips va ekstrix-gips gidratatsiyasi tezlatgichi bo'lib, angidritga ta'sir etmaydi. CaCl_2 esa

yarim molekula suvli gipsga ta'sir qilmaydi, lekin ekstrix-gips va angidrit gidratatsiyasini sekinlashtiradi. $MgCl_2$ tuzi yarim molekula suvli gipsni gidratatsiyasini tezlashtiradi, ekstrix-gips va angidritni sekinlashtiradi.

Shuni ta'kidlash kerakki, tishlashishni sekinlatgich va tezlatgichlar gips buyumlarining natijaviy mustahkamligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Biroq ayrim sirt-aktiv moddalardan o'rtacha miqdorda (0,1...0,3%) qo'shish buyumlar mustahkamligining faqat ularni yumshatuvchi faktor sifatida va suv-gips nisbatining kamayishy hisobigagina emas, balki hosil bo'layotgan ikki gidrat kristallarining adsorbsion modifikatsiyasi hisobiga ham ortishiga imkon beradi. Shuningdek, sirt-aktiv qo'shilmalar yordamida, gipsning doimiy sarfi o'zgarmagan sharoitda, beton aralashmasining xarakatchanligini oshirish mumkin.

So'nggi vaqtlarda qotish jarayonini vaqt davomida normaga solish uchun ba'zan sirt-aktiv moddalar va stabilizatorlar bilan birgalikda turli polimer moddalar ishlatilmoqda. Masalan, J.P.Dokukina yarim gidratning tishlashish tezligini sekinlashtirish uchun dikarbon kislotalar sopolimerlaridan foydalanishni tavsiya etdi. Ular sirt-aktiv modda bo'lib, faqat tishlashish vaqtini sekinlatibgina qolmay, balki polimerlangandan so'ng turli strukturalarning hosil bo'lishiga imkon beradi, bunday strukturalar qotayotgan gipsning fizik-mexanik xossalriga yaxshi ta'sir ko'rsatadi.

Ko'pgina qo'shilmalar, masalan, sulfit-spirt bardasi va ayniqsa, natriy abietat havo tortuvchi moddalar hisoblanadi, bu moddalar betonga qo'shilganda beton aralashmasida bir tekis tarqalgan havo pufakchalari soni ortadi. Ana shunday qo'shilmalardan foydalanish betonning sovuqqa chidamliligini oshiradi. Shuni ham aytib o'tish muximki, hamir elastik holatda bo'lgan va qattiq strukturali sinchlari bo'lmagan dastlabki davrda asosan kontraktatsiya va sedimentatsiya hisobiga betonning reaksiyaga kirishishi ko'zatiladi. Hosil bo'layotgan ikki gidratning keyingi shiddatli kristallanish davrida qotayotgan sistema kengaya boshlaydi. Organik sekinlatgichlar, odatda, qotish vaqtida gipsning qisqarishiga olib keladi, qattiq strukturali sinchni erta hosil qiluvchi tezlatgichlar esa, aksincha, gipsning kengayishiga imkon beradi.

Gipsga qo'shilma sifatida sekinlatgich va tezlatgichlardan foydalanish tarkibiy qismlardan xar birining xossaligidan foydalanishga imkon beradi. Shunday qilib, qo'shilmalarning ta'sir qilish xususiyatini bilgan holda qotayotgan gipsning hajmiy deformatsiyasi miqdorini kerakli yo'nalishda normaga solib turish mumkin.

Gipsning tishlashish tezligini kamaytirish va buyumlar mustahkamligini oshirish uchun Shasseven suv-gips qorishmasi temperaturasini 80°C dan yuqori temperaturada saqlab turishni tavsiya etdi, bunda u yarim gidrat bilan to'yingan va ikki gidratga nisbatan o'ta to'yingan qorishmada temperatura qancha yuqori bo'lsa, undagi gips shunchalik o'zoq vaqt kristallanmay turishiga asoslangan. Yarim gidrat bilan to'yingan qorishma temperaturasining pasayishi gipsning kristallanishini tezlashtiradi. Shassevenning ko'rsatishicha, qorishmada 80°C temperaturada ikki gidratning kristallanish tezligi 16°C temperaturadagiga nisbatan 30 marta kam. 70...88°C dan, yuqori temperaturagacha qizdirilgan gips aralashmasi bir necha soat davomida harakatchan bo'lib turaveradi (agar temperatura kerakli rejimda saqlab turilsa). Bunda gips sovitilganda mustahkamlik kamaymay, normal tishlashish kuzatiladi. Shasseven o'tkazilgan tajribalarning natijalari amaliy ahamiyatga ega, chunki bunda qorilgan yoki qoliplovchi agregatda turgan gipsning tishlashishini ma'lum vaqt kechiktirish hamda ko'plab miqdorda gips va gips-beton aralashmalari tayyorlash imkonini tug'iladi. Bundan tashqari, qorishma tayyorlashda suvni kam ishlatish mumkin bo'ladi, buning natijasida esa buyumlarning mustahkamligi ortadi.

Gipsning qotish jarayonida uning hajmi taxminan 1 % kengayadi. Bu esa, gipsdan me'morchilik buyumlari tayyorlashda, yoriqlarni berkitishda va boshqa maqsadlarda foydalanishga qulaylik yaratadi. GOSTda ko'rsatilishicha, qurilish gipsi tishlashishining boshlanishi 4 minutdan keyin, oxiri esa 6 minutdan 30 minutgacha davom etishi kerak. Demak, qurilish gipsi tez tishlashadigan va tez qotadigan bog'lovchi moddadir.

Bu hol bir qancha noqulayliklarga sabab bo'ladi, chunki qorilgan gipsni tishlashib qolmasdan ilgari ishlatish lozim. Agar tishlashishi jarayoni buzilsa, hosil bo'layotgan kristall o'simalari parchalanib ketadi va mustahkamligi keskin

kamayadi. Shu sababli gipsni tishlashgunga qadar ishlatib tugatish uchun yoki oz-oz miqdorda qorish yoxud gipsga tishlashish jarayonini susaytiruvchi moddalar qo‘shish mumkin.

Gipsning tishlanish vaqtini uzaytirish uchun unga maxsus susaytirgichlar qo‘shiladi. Kolloid eritma hosil qiluvchi, yarim suvli gipsning (zichligi $2500...2800 \text{ kg/m}^3$, uyum tarzidagi hajmiy massasi $800...1100 \text{ kg/m}^3$, zichlashtirilgan holdagi hajmiy massasi $1250...1450 \text{ kg/m}^3$) erish tezligini susaytiruvchi va, natijada ikki molekula suvli gipsning kristallanishini kechiktiruvchi materiallarga suyak elimi, kozein, jelatin, glitserin, magniy, kalsiy tuzlari misol bo‘ladi. Gipsning tishlashish vaqtini uzaytirish uchun 60°S gacha isitilgan suv ham ishlatish mumkin.

Zavodlarda gipsdan binoqorlik buyumlari tayyorlash va ularni sovuqda qotirish uchun qurilish gipsining tishlashishini tezlashtirish talab etiladi. Buning uchun qurilish gipsiga ikki suvli gips, osh tuzi, kaliy sulfat, sulfat kislota, ishqorlar, kremniy-ftoridli kaliy va boshqa bir qancha moddalar qo‘shiladi.

Qurilish fosfogipsi havoda qotadigan bog‘lovchi modda bo‘lib, suv ichida quriladigan inshootlarda undan foydalanib bo‘lmaydi, chunki bunda qotish vaqtida hosil bo‘ladigan ikki suvli gips erib, kristall o‘simtalari parchalanib ketadi va mustahkamligi keskin kamayadi.

Gips qayta quritilganda uning mustahkamligi yana tiklanadi. Gipsdan tayyorlangan mahsulotning suvga bu qadar chidamsiz bo‘lishining asosii sababi shundaki, suv pardalarining qotgan gipsdagi kristall strukturalari ayrim elementlarni ajratib, parchalovchi ta’sir ko‘rsatadi. Gipsdan tayyorlangan mahsulot yog‘ingarchilik va namlikdan saqlansa, u uzoqqa chidaydi. Nam muhitda tayyorlangan gipsli buyumlar o‘z mustahkamligini 50% gacha kamaytiradi. Suvda chidamlilik xususiyatini oshirish uchun gipsdan tayyorlangan buyum va qismlar suv ta’sir etmaydigan moddalar bilan shimdiriladi, ularning sirti bo‘yaladi yoki gipsga so‘nmagan ohak, sement, shlak va tosh uni, kul yoki tuyilgan domna shlagi kabi moddalar qo‘shiladi.

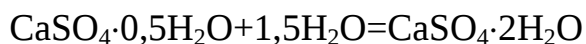
Qurilish gipsi ko‘proq tuyilsa, juda mayin va tez tishlashuvchi qolipbop gips

hosil bo‘ladi.

Qurilish gipsi o‘z sifatiga ko‘ra ikki navga bo‘linadi. Gipsning cho‘zilishdagi mustahkamlik chegarasi 40x40x160 mm o‘lchamli qolipga quyib tayyorlangan namunalarda aniqlanadi. GOST talablarini qanoatlantiradigan gips qorishmasini tayyorlash uchun suv miqdoriga katta ahamiyat berish kerak.

1-nav qurilish gipsini suv bilan qorishtirilganda 1,5 soat vaqt o‘tgach, siqilishdagi mustahkamlik chegarasi kamida 4,5 MPa, 2- nav gipsniki esa 3,5 MPa bo‘lishi kerak.

Gipsning qotishi. Gipsning qotish jarayoni uning gidratatsiyalanishi bilan boshlanadi, ya’ni bunda yarim molekula suvli gips qaytadan kristall holatdagi ikki molekula suvli gipsga aylanadi:



Aslida gipsning qotishi uchun kam suv talab qilinsaham, gips qorishmasini ishlatish qulay bo‘lishi uchun suv ko‘proq solinadi. Buyumning mustahkamligini oshirish uchun undagi ortiqcha suv quritish yo‘li bilan yo‘qotiladi.

Akademik A.A.Baykovning nazariyasi bo‘yicha, gips qotayotganda asosan, kuyidagi fizik-kimyoviy jarayonlar ruy beradi. Yarim molekula suvli gips suvda qisman erib, ikki molekula suvli kiyin eruvchan gips hosil qiladi . Gips zarrachalari *gel* deb ataluvchi elimsimon holatga aylanadi, bu esa *gipsning, gidratatsiyalanishi* deb ataladi. Natijada kolloid holatdagi juda mayda zarrachalardan tashkil topgan gips hamiri hosil bo‘ladi va u tezda kristallana boshlaydi. Ikki suvli gips zarrachalarida o‘sayotgan ignasimon kristallar o‘zaro zichlashadi va mustahkam tutashgan kristallga aylanadi. Kolloid eritma hosil bo‘lishi va bu eritmaning kristallanish jarayoni, yarim molekula suvli gipsning ikki molekula suvli gipsga to‘laaylanishiga qadar davom etadi. Buyum quritilganda undagi eritma holida qolgan yarim suvli gips kolloid hamirga aylanadi, so‘ng ikki molekula suvli gips kristallari ajralib chiqadi, buning hisobiga buyumning mustahkamligi yanada ortadi. Shuning uchun, gipsdan ishlangan buyumlar temperaturasi 70°C gacha bo‘lgan maxsus quritish kameralarida quritiladi.

Qurilish gipsidan asosan suvoq ishlari uchun ohak-gips qorishmasi

tayyorlashda va binoqorlik detallar ishlab chiqarishda foydalaniladi.

Shuniytib o'tish muximki, qurilish gipsiga xech qanday qo'shimcha aralashtirmay, o'zini sof holda ishlatish mumkin, chunki u quriganda yorilib ketmaydi. Ohak-gips suvoq qorishmalarida bir hajm gipsga 1...5 hajm ohak qo'shiladi, natijada qorishmaning tishlashishi sekinlashib elastikligi ortadi.

Bog'lovchi moddani tejash va ohakning darzketishini yo'qotish uchun gips va ohak aralashmasiga 1...3 hajm qum yoki uning o'rnini bosadigan boshqa modda (toshqol, pemza, yog'och kipig'I va qirindi singari narsalar) qo'shiladi. Suvoq qorishmasi tayyorlashda qurilish gipsiga ohak qo'shmasa ham bo'ladi, biroq bunda tishlashishni susaytiruvchi biror qo'shimcha modda aralashtirish kerak.

Ohak-gips qorishmalari ohak qorishmasini tez qotishi va ancha mustahkamligi bilan, gips qorishmasidan esa, elastikligi hamda sekin tishlashishi bilan farq qiladi. Gips qorishmasini tayyorlashda gil ham ishlatiladi.

Yuqorida aytib o'tilganidek, suvoqchilikda ohak va suvoq gipsidan iborat binoqorlik qorishmalari ishlatiladi. Ohak, odatda ohak hamiri ko'rinishida ishlatiladi, buning uchun u so'ndiriladi. Ohakni so'ndirish ekzotermik jarayon bo'lib, bunda ma'lum miqdorda issiqlik ajralib chiqadi. Gipsni kuydirish esa endotermik jarayon bo'lib, bunda suv ajralib chiqadi va issiqlik yutiladi. Mak-Enelli gipsdan chiqadigan namdan ohakni gidratatsiyalashda, ohak gidratatsiyasi issiqligidan esa gipsni kuydirishda juda o'rinli foydalangan.

Qurilish gipsidan turli gips va gips-beton mahsulotlari tayyorlanadi, bular quruq suvoq, devor plitalari va panellar, qavatlar orasiga qo'yiladigan detallar, arxitektura-binoqorlik mahsulotlari, ventilyasiya qutilari, termoizolyasiya plitalari va boshqalardir.

Qurilish gipsining rangi oq bo'lgani uchun u sun'iy marmar va ba'zi xil bo'yoqhamda bur tayyorlashda ham keng qo'llanilmoqda, keramika sanoatida gipsdan qoliplar tayyorlashda foydalaniladi. Shuningdek, ko'zgu va optik shishalar ishlab chiqarishda ham gips ishlatiladi. Gips asbest va boshqa materiallar bilan aralashma holida issiqlikni o'tkazmaydigan buyumlar tayyorlashda keng qo'llaniladi.

Bundan tashqari, qurilish gipsi bino devorlarining ichki tomonini suvashda, naqqoshlikda va bezak buyumlar tayyorlashda keng ishlatiladi. Gips o'tga chidamli bo'lganligi uchun, undan binoni shamollatuvchi qurilmalar, lift kataklari va boshqalar tayyorlanadi.

31-§. Yuqori haroratli gips asosida maxsulotlar ishlab chiqarish texnologiyasi.

Gipsni tashish va saqlash. Gipsli bog'lovchilarni tashish va saqlashda ularga nam ta'sir etmasligi kerak. Ochik joyda gipsni bir oydan ortiq saqlash mumkin emas. Aks holda uning mustahkamligi 20% gacha kamayadi. Gips saqlaydigan omborlarning pollari yog'ochdan qurilgan bo'lishi kerak.

Yuqori mustahkam gips olishning ikkinchi usuli ham bor: gips-toshni yuqori bosimli (0,13...0,2 MPa) bug'da 125°C temperaturada pishirib yuqori mustahkamlikka ega, bo'lgan gips olinadi

Prof. B.G.Skramtaev va G.G.Bulichevning bu usuli bo'yicha gips-tosh germetik yopiqqozonga solinadi va to'yingan bug' yordamida 0,13 MPa bosim ostida pishiriladi hamda kukun qilib tuyiladi. Olingan gipsni qotirish uchun suv miqdori 60% emas, balki 40...50% olinadi. Bunday gipsning 7 kundan keyingi mustahkamligi 15...40 MPa.

Yuqori mustahkam gips juda muxim inshootlar qurishda, shuningdek metallurgiya sanoatida qoliplar tayyorlashda ishlatiladi.

Angidrit sement. Tabiiy gips-toshni yoki angidritni 600...750°C da pishirib, so'ng tuyib, havoda qotadigan bog'lovchi modda-angidrit sement olinadi. Sement aktivligini oshirish maqsadida unga katalizator sifatidagi qo'shilmalardan ohak, pishirilgan dolomit, domna shlagi va yonuvchi slanets kuli qo'shiladi. Bu sementni akademik P.P.Budnikov ixtiro etgan.

Angidrit sement sekin tishlashuvchi bog'lovchidir. Tishlashishning boshlanishi 1...1,5 soatdan keyin boshlanadi, oxiri esa 24 soatgacha davom etadi, gipsga nisbatan suvga chidamli. Siqilishga mustahkamligi bo'yicha 50, 100, 150 va 200 markalarga bo'linadi. Zichligi 2800...2900 kg/m³, uyum tarzidagi hajmiy

massasi $850 \dots 1100 \text{ kg/m}^3$, zichlantirilgandagi hajmiy massasi $1200 \dots 1500 \text{ kg/m}^3$.

Kam kuydiriladigan gipsli bog'lovchi moddalardan farqli ravishda angidritli sementning hajmi qotayotganda kengaymaydi. Bu sement gidravlik xususiyatlariga ega emas. U nam havo muhitida juda tez qotadi. Namlik muhitda dastlabki qotishdan keyin, angidrit sementi quruq muhitda yanada mustahkamlanaveradi. Qotgan bog'lovchi modda suvda uzoq vaqt turib qolsa, uning mustahkamlik darajasi pasayadi, keyin quruqlik sharoitida angidrit sementning mustahkamligi yana ortaveradi. Agarda angidrit sementga aktivlashtiruvchi modda sifatida domna toshqoli qo'shilsa, uning suvga chidamliligi ortadi.

Binoqorlik qorishmalari angidrit sementdan tayyorlangan bo'lsa, 15 martagacha muzlab erigan holda ham sezilarli darajada bo'zilmaydi. Uning choqsiz to'shalmasi, linoleum osti tushalmasi hosil qilish, turli hil suvoq va oraliqqorishmalar, organik, anorganik to'ldirgichli engil betonlar, og'ir betonlar ishlab chiqarish, shuningdek, sun'iy marmar tayyorlashda angidrit sementdan foydalaniladi. Angidrit sementdan ishlangan konstruksiya va buyumlarni havo namligi $60 \dots 70\%$ dan yuqori bo'lgan erlarda ishlatib bo'lmaydi.

Angidrit sement qorishma sifatida g'isht terishda, suvoqchilikda, izolyasiya materiallari ishlab chiqarishda va beton sifatida esa inshootlarning suv ta'sir etmaydigan qismlarini qurishda ishlatiladi.

Pardozbop gips (sement). Zararli aralashmalardan tozalangan gips-toshni $550 \dots 700^\circ\text{C}$ da pishirib, keyin tuyish jarayonida unga alyuminiyli achchiqtosh qo'shib pardozbop gips (sement) olinadi. Pardozbop gips oq rangli bo'lib, uning nur qaytarish koeffitsienti 90% dan kam bulmasligi kerak. Tishlashishning boshlalanishi 1 soatdan keyin boshlanadi, oxiri esa 12 soatgacha davom etadi. U 100 dan 400gacha bo'lgan markalarda chiqariladi.

Qurilishda pardozbop qorishma sifatida sun'iy marmar toshlari, me'morchilik va bezak buyumlari tayyorlashda ishlatiladi.

Yuqori temperaturada pishirilgan gips-tabiiy gips-toshni yoki angidritni $800 \dots 1100^\circ\text{C}$ temperaturada pishirib, keyin mayda qilib tuyilgan bog'lovchilar jumlasidandir. Gips-toshni pishirish jarayonida $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ o'z tarkibidagi barcha

suvni yuqotib, undagi CaSO_4 qisman parchalanadi va gipsda aktiv CaO hosil bo'ladi. Bu esa bog'lovchiga katalizatorlarsiz qotish xususiyatini beradi.

Yuqori temperaturada pishirilgan gips 100, 150 va 200 markalarda chiqariladi. Uning solishtirma massasi $2,8...2,9 \text{ g/sm}^3$, hajmiy massasi $900...1100 \text{ kg/m}^3$. Yuqori temperaturada pishirilgan gips sekin tishlashuvchan bo'lib, boshqa gipslarga nisbatan suvga chidamlidir.

Qurilishda g'isht terish, suvoqchilik, beton buyumlari hamda sun'iy marmar toshlari tayyorlashda ishlatiladi.

Gipsli bog'lovchi moddalardan O'zbekistonda keng foydalanish arxeologlarning ko'rsatishicha, VII—X va X—XIII asrlarga to'g'ri keladi. Bu davrda gips asosan g'isht terishda, san'at koshonalarini yaratishda, ganch va alebastr toshlariga uyib gullar solishda ko'p ishlatilar edi. Ma'lumki, gips havoda qotadigan bog'lovchidir. Shunga ko'ra odamlar gipsli bog'lovchilarni ob-havo, suv nam ta'siriga chidamliligini oshirish va mustahkamligini oshirish maqsadida juda ko'p turli aktiv qo'shilmalar qo'shib tajribalar o'tkazishgan: Masalan, gips qorishmasining plastikligi, yopishuvchanligi, shuningdek, buyumning chidamliligi, mustahkamligini oshirish maqsadida maxsus o'simlik elimi ishlatilgan. Gipsning ob-havo ta'siriga chidamliligini oshirish maqsadida esa qorishmaga usimlik kuli, tuyilgan pista ko'mir, g'isht kukuni, ohak va boshqalar qo'shib devorlar qurishda, suvoqchilik va me'morchilikda ishlatilgan.

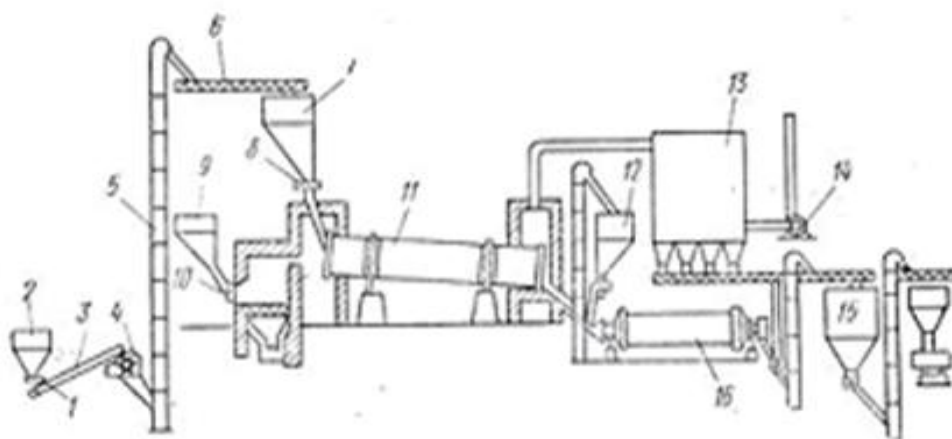
O'zbekistan yuqori sifatli gips bog'lovchilari ishlab chiqaruvchi xom ashyo zaxiralariga juda boy. Respublika tumanlarida ikki suvli tabiiy gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) va ganch, shuningdek tabiiy angidrid CaSO_4 zaxiralari juda ko'p tarqalgan. Ganch bilan arziqo'zining mineralogik tarkibiga ko'ra, sog'tuproqning ikki suvli tabiiy gips aralashishidan tashkil topgan bir-biriga uxshash jinsdir. Ularning farqi shundaki, ganch tabiatda tosh holatida, arziq esa tuproqholatida bo'ladi.

Hozir respublikamizda umumiy hajmi 12 mln tonnaga yaqin 25 xil gipsbop xom ashyo zaxiralari topilgan. Bu gipsbop xom ashyo o'zining mineralogik tarkibiga ko'ra kimyoviy toza tabiiy gips-toshga yaqin. Kimyoviy toza gipsda CaO miqdori 32,56% va SO_3 miqdori 46,51% bo'lsa, Farg'ona, Sox, Quvasoy,

SHursuv, Qamishboshi kabi tumanlardan olinadigan tabiiy gipsda o'rta xisobda CaO ning miqdori 32,9%,SO₃ ning miqdori esa 45,2% ni tashkil etadi.

O'zbekistonda ishlatiladigan barcha gipsli bog'lovchilarning 60...70% ini qurilish gipsi tashkil etadi. Respublikada ishlatiladigan ko'pgina qurilish gipsleri tez qotuvchan. Tishlashishining boshlanishi 4...5 minut, oxiri esa 7...8 minutga teng.

Ma'lumki, yirik o'lchamdagi gips-beton buyumlarni tayyorlashda qorishmaning tishlashishini sekinlashtirish katta ahamiyatga ega. Shu maqsadda qorishma tayyorlanayotganda unga 0,25% miqdorda suyak elimi qo'shiladi. Natijada qorishmaning tishlanishi, o'rta xisobda 5...6 marta sekinlashadi, plastikligi ortadi, buyum mustahkamligi esa 20...24% gacha ortadi. Gipsdan ishlangan namunaning suv shimuvchanligi 26% bo'lsa, suyak elimi qo'shilgandan so'ng bu kursatkich b 9% ga kamayadi.



1-ta'minlagich, 2, 7, 9, 12,15 -bunker, 3- tasmali transportyor, 4- bolg'ali maydalagich, 5- elevator, 6- shnek, 8- taqsimcha ta'minlagich, 10 – o'choq, 11- aylanma pech, 13- chang cho'ktiruvchi moslama, 14- ventilyator, 16- zoldrli tegirmon.

73-Rasm. Qurilish gipsining ishlab chiqarish sxemasi.

O'rta Osiyoda ko'p tarqalgan ganch havoda qotadigan bog'lovchi modda bo'lib, u oddiy qurilish gipsidan tarkibidagi tuproqning ko'pligi (20...40%) bilan farqqiladi. Ganch ham qurilish gipsi singari 170...180°C temperaturada pishirib

olinadi, ya'ni undagi ikki molekula suvli gips yarim molekulali holga keltiriladi. Ganchning sifati, asosan, undagi yarim molekulali gipsning yoki, boshqacha aytganda, xom ashyo tarkibidagi ikki molekulali gipsning miqdoriga bog'liq. Bunda gipsning miqdori qanchalik ortsa, ganchning sifati shuncha yuqori bo'ladi. Hozir respublikamizda to'rtta korxona ganch ishlab chiqarmoqda.

1. Tayyorlash texnologiyasi

Juda katta temperaturada kuydirilagan gips texnologiyasi deyarli angidrid sement texnologiyasiga o'xshaydi, biroq unga nisbatan soddaroq, chunki katalizator qo'shilmaydi. Asosiy ishlab chiqarish operatsiyalariga gips toshni maydalash, kuydirish va kuydirilgan mahsulotni kukun holigacha (asosan shar tegirmonlarda) tuyish asosiy ishlab chikarish jarayonlaridan hisoblanadi. (4-rasm)

Angidrid sement olinayotgan vaqtdagidek, asosan nim gaz o'txonali shaxta pechlarda kuydiriladi. Bunday hollarda kalsiy sulfidi hosil bo'lmasligi uchun pechda oksidlantirish muhiti yaratmoq lozim. Chunki bog'lovchi tarkibida 0,1% dan ziyodroq kalsiy sulfidi bo'lsa, qotayotganida bog'lovchi hajman noteks o'zgaradi va mahsulotning mustahkamligi pasayadi. Shaxta pechlarda kuydirish uchun shartli yoqilg'idan tayyor mahsulot og'irligining 10-15% miqdorida sarflanadi.

Kuydirish rejimi va ishlanayotgan bog'lovchining hossalari ko'p jihatdan xom ashyo tarkibiga bog'liq. Gips toshda dolomit va ohaktosh qo'shilmalarning bo'lishi kuydirish jarayoni vaqtida erkin kalsiy va magniy oksidalarining hosil bo'lishiga olib keladi. Ularning miqdori 5-7% bo'lsa, foydali hisoblanadi.

Kuydirish vaqtida kalsiy sulfati va kalsiy karbonatlari tarkibida qum tuproq, gil tuproq va temir oksidlari kabi aralashmalar bo'lgan ana shu qo'shilmalar bilan o'zaro ta'sir etishganida birlamchi kalsiy silikatlar, alyuminatlari va ferritlari hosil bo'ladi. Ular kalsiy sulfatning parchalanish temperaturasini pasaytiradi.

Xossalari va ishlatilishi

Juda katta temperaturada kuydirilgan gipsga bo'lgan texnik shart-sharoitlar

(TU) ga ko'ra, bunday gipslar uch xil, ya'ni 100, 150 va 200 markada chiqariladi. Bu markalar qumsiz plastik xamir (1:0) dan ishlangan 28 kunlik namunalarning minimal mustahkamligiga qarab aniqlanadi.

Juda katta xaroratda kuydirilgan gips qurilishbop gipsga qaraganda ancha mustahkam. Bunga asosiy sabab shuki, qorish uchun ozgina suv qo'shiladi (normal quyuq xamir hosil qilish uchun 25-35% cha suv quyiladi) va juda mayda tuyiladi. Gipsni shibbalab qoliplash uning shibbalamasdan qoliplashga qaraganda 25% mustahkamroq bo'lishiga yordam beradi.

Qanchalik mayda tuyilgani 1m^2 yuzasida 100 ta ko'zi bor elakda ko'pi bilan 2% va 900 ta ko'zi borida ko'pi bilan 10% qoldik qolishga qarab aniqlanadi.

Juda katta xaroratda kuydirilgan gips qotayotganda qurilishbop gipsga qaraganda ozgina bo'lsa ham hajman kichrayadi. Juda katta temperaturada kuydirilgan gipsdan ishlangan buyumlar, qurilishbop gipsdan tayyorlangan buyumlarga qaraganda suvga va sovuqqa ancha chidamli bo'ladi.

Juda katta temperaturada kuydirilgan qotgan gips ishqalanishga katta qarshilik ko'rsatadi. Shu jihatdan u boshqa xil gipslardan katta farqqiladi. Uning ishqalanishga qarshiligi, masalan, polga ishlatiladigan keramika plitalarnikidan uch marta katta bo'ladi.

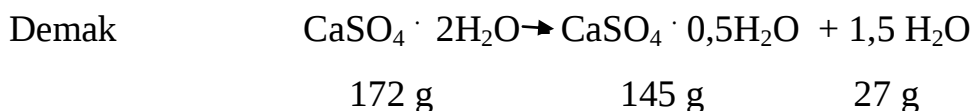
Angidrid sement qaysi sohalarda ishlatilsa yuqori haroratli gips ham ana shu maqsadlarda ishlatiladi. Bundan tashqari, undan choksiz pollar qurishda, deraza tagi taxtalari, zinalar va manzarali plitalar tayyorlashda foydalansa ham bo'ladi.

Amaliy mashg'ulotlar.

1. 1 tonna yarim gidratni ($\text{CASO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$) olish uchun qancha ikki molekula suvli kalstiy sulfat kerak bo'lishini aniqlash.

Odatda, xisoblash ishlarida xom-ash'yo tarkibida aralashmalar va reakstiya jarayonida yo'qotmalar xam xisobga olinadi. Bu masalani echish jarayonida xom-ash'yo tarkibida aralashmalar va reakstiya jarayonida yo'qotmalar yo'q deb faraz qilib, xisobni soddalashtiramiz. Dastlab yarim gidratni olish reakstiyasida ishtirok etuvchi moddalarning gramm molekulalari massalarini xisoblaymiz.

Kimyoviy formula	Molekulyar massa
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$40 + 32 + 4 \cdot 16 + 2 (2 + 16) = 172 \text{ g.mol};$
$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	$40 + 32 + 4 \cdot 16 + 0,5 (2 + 16) = 145 \text{ g.mol}$
H_2O	$2 + 16 = 18 \text{ g.mol};$



172 gr $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan 145 gr $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ xosil bo'lishini bilgan xolda quyidagi proporsitiyani tuzamiz. $172 : x = 145 : 1$ bu proporsitiyani echamiz va bir tonna yarim gidratli bog'lovchi moddada qancha gips sarf bo'lishini aniqlaymiz:

$$x = \frac{172 \cdot 1}{145} = 1,17 \text{ t/t}$$

Xisob ishlari natijalariga ko'ra 1,17 molekulyar massa gips sarflanar ekan.

2. 100 gr gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan termik ishlovdan so'ng qancha yarim molekula suvli gips xosil bo'lishini aniqlash.

Gipsda ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), yarim gidratli bog'lovchi ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$) moddada qancha miqdorda kristallik (gidratli suv) foizlari bor. Buni aniqlash tartibi quyidagicha xisoblanadi:

Gips $36 : x = 172 : 100$ deb olib, quyidagi proporsitiyani xisoblaymiz:

$$x = \frac{36 \cdot 100}{172} = 20,93\%$$

yarim gidratli bog'lovchi moddada esa $9 : x = 145 : 100$

$$x = \frac{9 \cdot 100}{145} = 6,2\%$$

Demak $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tarkibida 20,93 % xamda $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ tarkibida 6,2 % namlik mavjud.

3. Gips xamirining quyuqligini aniqlash

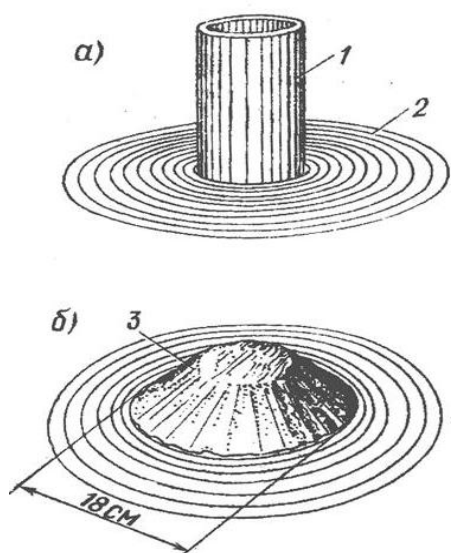
Ishni bajarish maqsadi: Gips xamirining normal quyuqligi Suttard viskozimetri yordamida aniqlanadi; bu asbob balandligi 100 mm va ichki diametri

50 m bo'lgan mis yoki jez stilindrdan iborat (74-rasm).

Kerakli asboblari va materiallari: *suttard viskozimetri, jez stilindr, konstantrik aylanalar chiziladigan plastinka, normal quyruqlikdagi gips xamridan yasalgan kulcha, gips va stement xamiri qoriladigan kosa, xalqasimon dastkali aralashtirgich*

Silindrning ichki yuzasi va shisha plastinka tegib turadigan cheti puxta silliqilgan, jilollangan bo'lishi shart; tajriba vaqtida stilindr shisha plastinkada o'sha tomoni bilan o'rnatiladi. Diametri 240 mm dan kattaroq bo'lgan shisha plastinkaning ustiga yoki ostiga qo'yiladigan qog'ozga diametri 150-220 mm bo'lgan bir necha konstantrik aylanma chiziladi; diametri 170-190 mm bo'lgan aylanalar orasidagi masofa 5 mm, boshqa aylanalar orasidagi masofa esa 10 mm bo'lishi lozim.

Ishni bajarish tartibi. Tajriba o'tkazish oldidan stilindr va shisha plastinkani ho'l latta bilan artish kerak. Shisha plastinka aniq yotiq holda joylanadi, stilindr esa konstantrik aylanalar markaziga o'rnatiladi.



74-rasm. Suttard viskozimetri:

A)-yig'ilgan xoldagi ko'rinishi;

B) gips xamiridan yasalgan kulchaning yoyilishi;

1- jez stilindr;

2-konstantrik aylanalar chiziladigan plastinka;

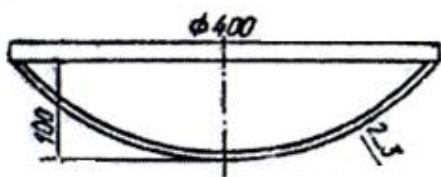
3-normal quyruqlikdagi gips xamridan yasalgan kulcha

Gips xamirining normal quyruqligini aniqlash uchun tarozida 300 g gips tortib olinib, 150-220 mm suv quyilgan maxsus kosaga (75-rasm) solinadi va sim halkalardan iborat dastlabki chilchop (76-rasm) bilan 30 sekund davomida uzluksiz ravishda aralashtirilib turiladi; hisoblash vaqti kosadagi suvga gips kukuni solingan

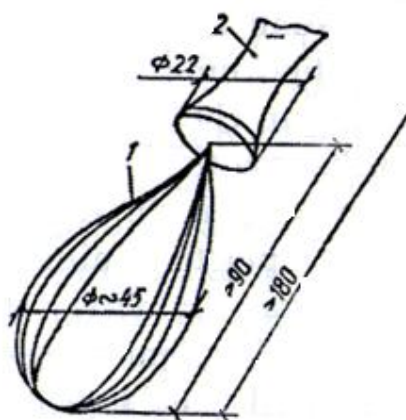
paytdan boshlanadi. 30 minutdan keyin shisha plastinkadagi aylanalar markaziga o'rnatilgan stilindr gips xamiri bilan to'ldiriladi, stilindrdan ortib chiqib turgan xamir chizg'ich bilan sidirib tashlanadi.

Kosadagi suvga gips kukuni solingan paytdan hisoblab 45 sekund yoki kosadagi xamirni qorishtirish to'xtatilganidan 15 sekund o'tgach, plastinka ustidagi stilindrni ko'tarib chetga olib qo'yish kerak. Shunda shisha plastinka ustidagi gips xamiri kulchadek yoyiladi (2-rasm, b ga qarang).

Gips xamirining yoyilishi diametri konstantrik aylanalar bo'yicha aniqlanadi yoki bir-biriga nisbatan tik joylashgan ikki yo'nalishda



74-rasm. Gips va stement xamiri qoriladigan kosa



75-rasm. Xamir qorish paytida gipsni aralashtirish uchun xizmat qiladigan xalqasimon dastkali aralashtirgich.

o'lchanadi (yo'l qo'yilgan xatolik 5 mm dan ziyod bo'lmasin) va o'rtacha arifmetik qiymat hisoblab chiqariladi.

Yoyilgan xamirning o'rtacha diametri gips xamirining quyuqligi, ya'ni konsistenstiyasini ifodalaydi. Yoyilgan gips xamiri diametrining 180 ± 5 mm ga tengligi xamirning quyuqligi normal ekanligi (standart konsistenstiyasi) dan darak beradi. Kulcha diametri bundan katta yoki kichik bo'lsa tajriba takrorlanadi, lekin bu gal suv miqdori 1-2% o'zgartiriladi. Gips xamirining normal quyuqligi 100 g gipsga to'g'ri keladigan suvning millilitrdagi massasi bilan ifodalanadi.

Laboratoriyada shu mavzuda mashg'ulot o'tkazish uchun talabalar uch-to'rt kishidan iborat brigadalarga ajratiladi. Har bir brigada o'qituvchi belgilab bergan miqdordagi suvda xamir qoradi. Bunda bir brigadaga suv normadan kamroq,

ikkinchisiga aniq normada va uchinchisiga normadan ko'proq berilishi kerak. Har brigadaning sinov natijasi laboratoriya ishlari daftariga yozib qo'yiladi va shu ma'lumotlarga asoslanib gips xamirining normal quyuqligi haqidagi xulosa chiqariladi.

Nazorat savollari:

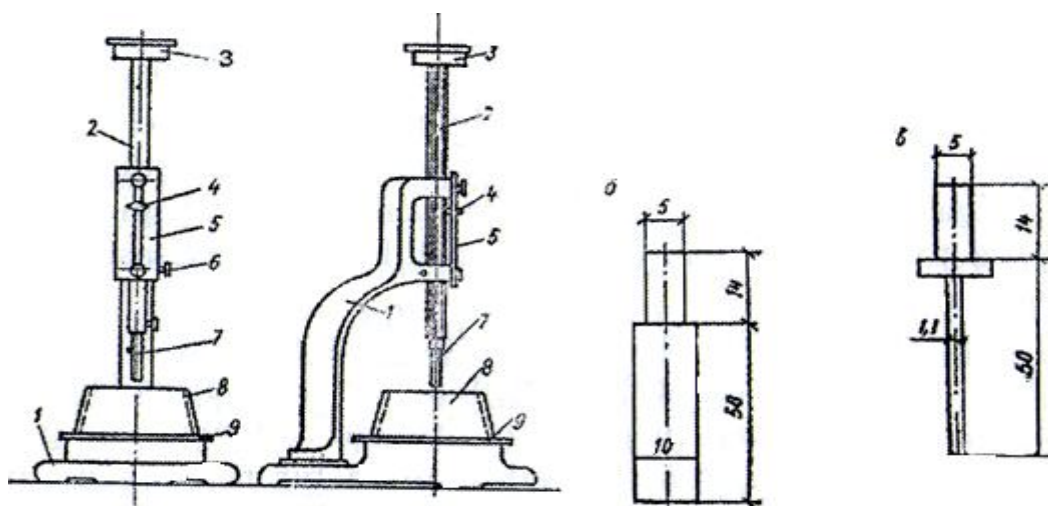
- 1. Gips qanday mineral xisoblanadi*
- 2. Gips tarkibidagi suv qachon parchalanadi*
- 3. Gips olishdagi bosqichlarni ta'riflan*
- 4. Angidrid qanday temperaturada olinadi*
- 5. Qurilish gipsiga qo'yilgan texnik shartlar nimalardan iborat*
- 6 Siqilish kuchiga bo'lgan mustahkamlik chegarasi ko'rsatikichlari.*

4. Gips xamirining tishlanish muddatini aniqlash.

Ishni bajarish maqsadi: Gips xamirining tishlashish muddati Vika asbobi yordamida aniqlanadi.

Kerakli asboblari va materiallar: *suttard viskozimetri, jez stilindr, konstantrik aylanalar chiziladigan plastinka, normal quyuqlikdagi gips xamridan yasalgan kulcha, gips va stement xamiri qoriladigan kosa, xalqasimon dastkali aralashtirgich, Vika asbobi*

Ishni bajarish tartibi: Vika asbobi (76-rasm) stanina 1, suriladigan metall sterjen 2, uning qo'shimcha yuk qo'yiladigan maydonchasi 3, uchi kesik konussimon jez halqa 8, shisha plastinka 9 dan tashkil topgan. Qisuvchan vint 6 sterjenni zarur balandlikka o'rnatish uchun xizmat qiladi. Sterjenning mili 4 uning staninaga biriktirilgan va darajalarga (0 dan 40 mm gacha) bo'lingan shkala 5 bo'yicha surilishini ko'rsatib turadi. Qo'zg'aluvchan sterjenning pastki qismiga diametri 1 mm va uzunligi 50 mm bo'lgan nina 7 o'rnatiladi.



a-old va yon tomonidan ko'rinishi; b- metall sop; d-po'lat igna;

1-stanina; 2-sterjen; 3-yuk qo'yiladigan maydoncha; 4-sterjen millari; 5-shkala; 6-qisib turuvchi vint; 7-nina; 8-konussimon jez xalqa; 9-shisha plastinka.

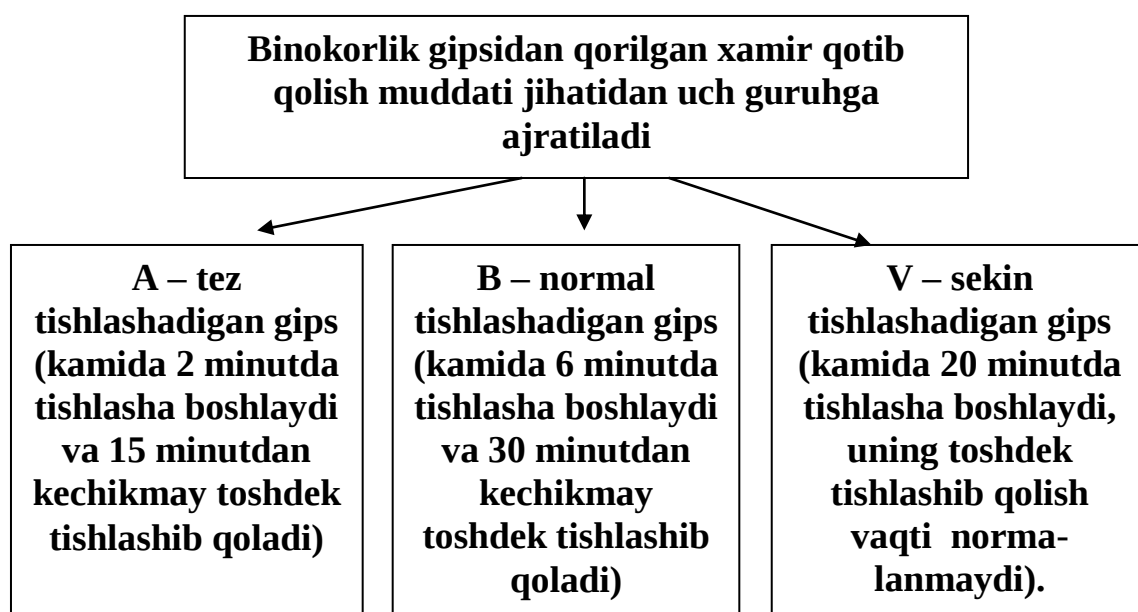
76-rasm. Gips xamirining tishlashish muddatini aniqlaydigan Vika asbobi.

Sinov oldidan metall sterjenning bimalol tushishi ninaning tozaligi, o'zak milining vaziyati, ya'ni uning shisha plastinkaga taqalganida nul vaziyatni egallashi tekshiriladi. Sterjenning nina bilan birgalikdagi massasi 120 g ga teng. Sinash oldidan halka 8 bilan plastinka 9 ni mashina moyi bilan yupqa qilib moylash kerak.

Gips xamirining qotish muddatini aniqlash uchun tarozida 200 g gips tortib olinib, etarli miqdorda suv quyilgan kosaga solinadida, chilchop bilan 30 sekund qorishtiriladi. Tayyor xamir darhol shisha plastinka ustidagi halkaga solinadi. Xamir ichidan havo pufakchalarni chiqarib yuborish uchun halka bilan plastinka 4-5 marta silkitiladi. Plastinkaning bir tomoni taxminan 10 mm ga ko'tarib tushiriladi; ortiqcha xamir pichoq bilan sidirib tashlanadi. Halka asbob ninasi tagiga joylanadi, nina halkaning qoq o'rtasida gips xamirga tegib turadigan qilib pastga tushiriladi va sterjeni siquvchi vint yordamida mahkamlab qo'yiladi, so'ngra nina har 30 sekunda pastga tushirilib xamirga botirilaveradi (har gal xamirning yangi joyni teshish lozim); ninani har safar xamirdan sug'irib olgandan keyin yaxshilab artish kerak. Ninaning xamirga botish chuqurligini sterjen mili ko'rsatib turadi, shu qiymatlar laboratoriya ishglari daftariga yozib boriladi.

Gips xamirining tishlasha boshlagan va qotib bo'lgan vaqti daftardagi ma'lumotlardan olinadi. Xamir qorilgan paytdan to nina xamir tubiga, ya'ni plastinkaga 0,5 mm etmay to'xtagan paytgacha o'tgan muddat xamir tishlasha boshlagan vaqt hisoblanadi. Xamir qorilgan paytdan to nina xamirga 0,5 mm dan chuqur botmaydigan bo'lgancha o'tgan muddat gips xamirining tishlashish muddati tugagan vaqtni bildiradi.

Sinalayotgan gips xamirining tishlashish muddati laboratoriya ishlari daftariga yoziladi va standartdagi talablarga taqqoslanadi.



Nazorat savollari:

1. *Gipsning tishlashish baqti deb nimaga aytiladi*
2. *Gips xamirii nechi minutda qota boshlaydi*
3. *Gips xamirii nechi minutda toshga aylanadi*
4. *Gipsning normal quyuqligi nechaga teng bo'lishi kerak*
5. *Gipsning qotish reaksiyasini keltiring.*

9-BOB. Eruvchan shisha asosidagi bog‘lovchi kompozitsion materiallar

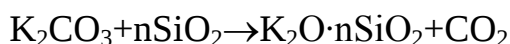
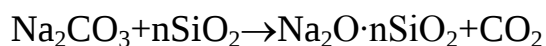
32-§. Kisloto bardosh kompozitsion materiallar tarkibi va hossalari.

Kislotaga chidamli sement, kremniy ftorli natriy (Na_2SiF_6) va kvars qumni birgalikda juda maydalab tuyib olinadi. Sementni qotirish uchun suv emas, balki eruvchan shisha ishlatiladi. Kislotaga chidamli sement, kvarsli, marshalitli, diabazli, andezitli turlarga bo‘linadi. Kislotaga chidamli sementdan beton tayyorlashda 23-jadvalda berilgan ko‘rsatkichlardan foydalanish mumkin.

23-jadval. Eruvchan shisha asosidagi bog‘lovchi kompozitsion materiallar tarkiblari.

Kukun to‘ldirgichning turlari	Sement miqdori, %		Bog‘lovchi suyuq shisha		
	Kukun to‘ldirgich	Kremniy-ftorli natriy (Na_2SiF_6)	modul	Solishtirma og‘irlik, kg/m^2	Miqdori, % (kukun to‘ldirgichga nisbatan)
Diabazli	95	5	2,25	1500	34
Kvarsli	96	4	3,5	1300	33
Marshalitli	94	6	2,6	1450	36
Artik tufi	96	4	2,8	1380	35

Eruvchan shisha-natriy silikat ($\text{Na}_2\text{O}\cdot n\text{SiO}_2$) yoki kaliy silikat ($\text{K}_2\text{O}\cdot n\text{SiO}_2$) dan tashkil topgan, havoda qotadigan bog‘lovchi eruvchan shisha maxsus xumdonlarda soda aralashgan toza kvars qumni natriy sulfat yoki potash (K_2CO_3) bilan qorishtirib, 1300-1400° C haroratida pishirib olinadi. Yuqori temperaturada erigan moddalar o‘zaro quyidagicha reaksiyaga kirishadi:



Tezda sovutilgach shisha bo‘tqasi ($\text{Na}_2\text{O}\cdot n\text{SiO}_2$ va $\text{K}_2\text{O}\cdot n\text{SiO}_2$) yorilib maydalanadi, so‘ng «silikat bo‘lak» lari hosil bo‘ladi. Qurilishda «silikat bo‘lak» lari eritilgan holatda ishlatilgan sababli u «suyuq shisha» deb ataladi. Suyuq holatga keltirish uchun «silikat bo‘lak» larini maydalab avtoklavga solinadi va

bosim 0,4-0,8 MPa ga etkaziladi. **Natijada bog'lovchi material-kolloid silikat eritma hosil bo'ladi.**

Eruvchan shishaning hususiyati uning moduli bilan ifodalanadi. Shisha tarkibidagi qumtuproq miqdorining undagi natriy oksidiga (yoki kaliy oksidiga)

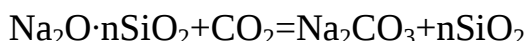
nisbati modul deb ataladi:

$$M = \frac{SiO_2}{Na_2O}$$

Modulning miqdori katta bo'lsa, shishaning erish xususiyati va chidamligi kamayadi. Eruvchan shisha uch modulga ega: katta modulli shisha $M=3,5...3,9$, o'rtacha $M=3,0...3,5$ va kichik modulli $M=2,0...2,8$.

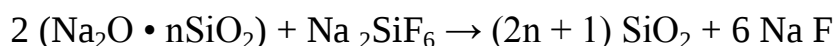


Suyuq shisha quruqlikda asta-sekin qurib, undan karbonat angidrid gazi ta'sirida qumtuproq amorf holda ajratib chiqadi:



Qotish jarayonini tezlatish uchun suyuq shishani isitib, unga kremniy-ftorli natriy (Na_2SiF_6) dan 12-15% (suyuk shisha massasiga nisbatan olinganda) qo'shiladi. Ergan shisha chinni idish, tunika bochkalarda saqlanadi. Uni yozda issikdan, qishda esa muzlashdan saqlash kerak. Kislotaga chidamli beton qorishmasi suyuq shisha obdan tuyilgan kremniy ftorli natriy (Na_2SiF_6), kislotaga chidamli kukun, qum va yirik to'ldirgichlarni (andezit; kvarsit va h.k.) qorishtirib maydalanadi. Beton uchun to'ldirgichlar uch xil yiriklikda nshlatiladi: chang - 0,15 mm dan mayda, qum - 0,15...5 mm, chaqilgan tosh 5 mm dan yirik.

Kislotaga chidamli beton tarkibi tajriba yo'li bilan aniqlanadi buning uchun to'ldirgichlar aralashmasiga, beton qorishmasi qonikarli bo'lgunga qadar suyuq shisha qo'shiladi. Ishqoriy muhitda Portlend tsementni gidratlanishining davomida, SiO_2 Na_2SiF_6 bilan reaksiyaga qiradi.



Biz avvalgi bobda sement terminologiyasida aytib o'tganimizdek quyidagicha: C- CaO , S - SiO_2 va A - Al_2O_3 , CA, sement tarkibida kaltsiy alyuminat muhim tarkibiy qism deb hisoblanadi (CAC sement deb ataladi).

Yuqori glinozemli tsementlarda (HAC), Al_2O_3 miqdori 40% dan 80% orasida bo'ladi. Bu sementda kam miqdorda C_3S emas balki C_2S ni o'z ichiga oladi. Uning ahamiyati shundaki portland sementga qaraganda C_2S ko'proq tez hosil boladi.

Bir guruh shisha sementlar (GICS) sement sifatida stomatologiyada ishlatiladi. Reaksiya alyumo-silikat shisha ionlari va poliiakril kislotasining suv eritmasida namoyon bo'ladi.

Gidravlik portlend sement klinkeri maydalash natijasida ishlab chiqariladi, va odatda $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (<5%) o'z ichiga oladi. Portland sement CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 qorishmasini to'la erimagan holda quydirish natijasida, ishlab chiqariladi. C_3S portlend sementning ajralmas qismi hisoblanadi; C_2S , C_3A va C_2 (A, F), shuningdek, aksincha oksidlar kabi emas, tuz shaklida mavjud bo'ladi. CaCO_3 kaltsiy oksidiga parchalanganda, CO_2 ajralib chiqadi. CO_2 ajralayotgan vaqtda zarrachalar almashinuvi natijasida issiqlik almashinuvi faollashadi. Natijada boshqa reaksiyon qatlami shakllanadi, u qoshimcha ohaktoshni yanada sekin parchalanishiga olib keladi. Albatta, bu holatda, hosil bo'lgan CO_2 tez ajrashishi mumkin, shuning uchun CaO g'ovakli bo'lishiga olib keladi. Qachonki SiO_2 dissotsiatlansa, vaziyat shunday oddiy bolmaydi. Bu reaksiya, muhim ahamiyatga ega emas, balki faqat SiO_2 o'zi juda muhim, chunki SiO_2 shisha, qoplama va glinozem tutun quvurlarda ishlatiladi²³.

Kislotabardosh kompozitsion materiallarni kislotabardoshligi 97-98 % ni tashkil etadigan xom ash'yo materiallardan olish mumkin. O'zbekiston sharoitida kislotabardosh kompozitsion materiallarni olish uchun bekabod koni porfirittlardan, balpantau diabazlardan, qorakiya bazaltlaridan, koytash koni vollastonitdan foydalanis mumkin.

²³ Carter C.Barry, Norton M.Grant. Ceramic materials. Science and Engineering. Springer, 2007. -716 p. Sement 459 b. ISBN: 0387462708. 25.18



a)

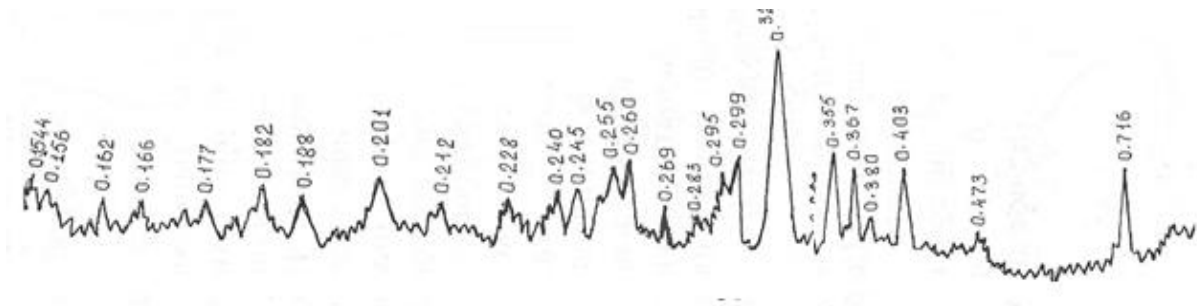
b)

v)

77-Rasm.Balpantau diabazlarning elektron-mikroskop ko‘rinishi, x6000

77-(a) rasmda zonal mikrostrukturasi aktinolit mineralidan iborat uning ko‘rinishi mayda ninachalar shakldagi kristallardan tuzilgan o‘lchami 1,0-1,5 mkm. Rasmning chap tomonida qiya joylashgan piroksen mineralning kristallari, o‘lchami 0,1-1,0mkm. Ikkinchi (b) rasmda umumiy mikrostruktura ko‘rsatilgan, mayda va kattata epidot minerallarining kristallari o‘lchami 0,1-0,2 mkm. Uchinchi (v) rasmda sindirilgan xolatdagi mineral avgitning umumiy ko‘rinishi. Demak Balpantau diabazlarning mikrostrukturasi ko‘p fazali tog‘ jinslarga mansubdir. Kompleks fizik-kimyoviy analizlarga ko‘ra diabazlarning mineralogik tarkibiga kiradi: anortit $(\text{Na,Ca})\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$; diopsid $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$, avgit $\text{Ca}(\text{Mg,Fe}^{2+})[\text{Si}_2\text{O}_6*\text{CaFe}[\text{AlSiO}_6]$, egirir $\text{Na,Fe}^{3+}[\text{Si}_2\text{O}_6]$; aktinolit $\text{Ca}_2[\text{Mg,Fe}]_5[\text{ON}]_2[\text{Si}_8\text{O}_{22}]$; epidot $\text{Ca}_4\text{Al}_6[\text{ON}]_2\text{O}_3[\text{Si}_2\text{O}_7]_3$; kvars SiO_2 , kam miqdorda ruda minerallari bo‘lishi mumkin.

Qorakiya bazaltlarining strukturasi porfiritli, teksturasi zichlangan. Asosiy massa va 20-50% qo‘shimchilardan tuzilgai. Qo‘shimchilar plagioklaz, amfibol, piroksen va kvarsdan iborat Asosiy qismini kvars-dalashpat va kaliydalashpat tarkibdagi minerallar xosil qiladi. Xlorit, kalsit, turmalin, muskovit, kvars, perlit ikkalamchi minerallar qatoriga kiradi. Fazaviy tarkibi kuyidagicha: olivin ($d/n=0,245$; 0,269 nm), anortit ($d/n=0,320$; 0,269, 0,403, 0,201 nm), avgit ($d/n=0,162$; 0,255, 0,295 nm), gematit ($d/n=0,260$ nm), magnetit ($d/n=0,299$ nm), fayalit ($d/n=0,177$ nm), vyusit ($d/n=0,242$ nm), kaolinit ($d/n=0,716$; 0,355 nm).



78-Rasm.Qorakiya bazaltining rentgenogrammasi²⁴

Koytash vollastonitining mikrostrukturasi 79-rasmda ko‘rsatilgan. Vollastonitning strukturasi ninasimon ko‘rinishda. O‘lchami 2 mm gacha, shuning uchun iollastonit toshi qatlam-qatlam. Vollastonit rangi oq, solishtirma og‘irligi $2,9 \text{ g/sm}^3$. Mineralogik tarkibi quyidagicha: vollastonit 50-54%, kalsit - 23-25%, vezuviuan -5-8%, piroksen 5-7%, kvars -2-6%, plagioklaz-2-4% , kaliyli dala shati 0,3-1%, muskovit- 0,5%, biotit- 0,5%.



79-Rasm.Koytash koni vollastonitning mikrostrukturasi

Suyuk shisha asosida olingan porfiritli kislotobardosh kompozitsion materiallar quyidagi adabiyot iloalarida berilgan²⁵.

Kislotabardosh kompozitsiyalarning qotiruvchi asosini ishqor silikatlarining suyuq eritmasi, ya’ni suyuq shisha tashqil etadi. Uning tarkibida $\text{SiO}_2 = 33,24\%$; $\text{Na}_2\text{O}=11,65\%$, zichligi $1,49 \text{ g/sm}^3$, silikat moduli 2,8, pH – 10,3. Bugungi kunda

²⁴ LAP LAMBERT Academic Publishing (2018-07-18)

²⁵ Construction and Building Materials. [Volume 23, Issue 8](#), August 2009, Pages 2757-2762

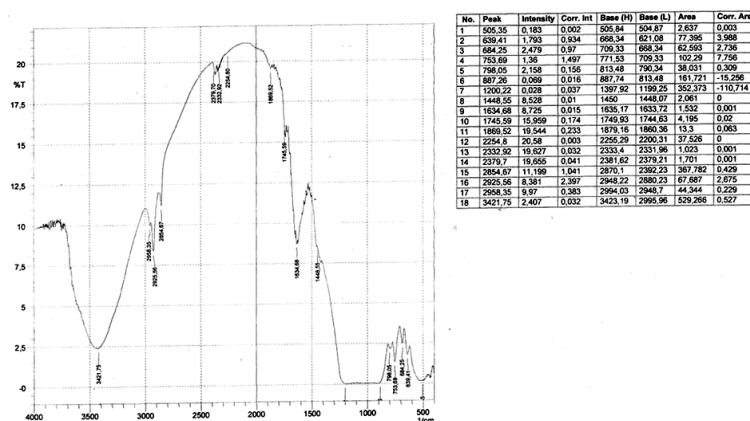
ijtimoiy-ekonomik muammolardan biri xom ashyo materiallarni qayta ishlashda chiqindisiz texnologiyalarni yaratish. Biz bu hisobda soda ishlab chiqarishda xosil boʻladigan chiqindi distiller suyuqliklaridan foydalandik.

Kislotabardash kompozitsiyalarning kislotabardosh koefitsientlari 24-chi jadvalda koʻrsatilgan.

24-jadval. Kislotabardash kompozitsiyalarning kislotabardosh koefitsientlari

Tarkiblar	Agressiv eritmalar				
	H ₂ O	0,5n-H ₂ SO ₄	6,1n-H ₂ SO ₄	0,5n-HCl	5,6n-HCl
360 sutka qotish davrida					
Diabaz	1,59	1,26	1,97	1,41	1,21
Diabaz+vollastonit	1,64	1,78	2,00	1,50	1,30
Bazalt	1,20	1,90	2,81	1,54	1,81
Bazalt+vollastonit	1,25	1,93	2,76	1,56	1,87

IQ-spektroskopik va mikroskopik taxlillar yordamida kislotabardash kompozitsion materiallar strukturasining mustaxkamligi komponentlar aro kimyoviy va molekulyar boglanishlar natijasida sodir boʻlishi aniqlandi²⁶.



80-Rasm. 0,5n HCl eritmasida saqlangan Bazalt+vollastonit namunalarning IQ-spektri .

²⁶ Gazi University Journal of Science .Yil 2008, Cilt 21 , Sayı . Sayfalar 105 -112 2010-04-01

Kislotaga bardosh kvarts kreniy-florid qo'shimchali sement kimyoviy chidamli materiallarni (g'isht, plitka) yotqizishda, kimyoviy asbob-uskunalarni himoya qilishda, shuningdek kislotaga chidamli ohak va beton ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Kislotaga chidamli sement ko'pgina mineral va organik kislotalarga chidamli. Istisno - bu ftorid (HF) va kremniy-ftorid kislotalardi (H_2SiF_6) kislotalar bo'lib, ularda kremniy oksidi erib ketadi. Bunday sement qaynoq suv va suv bug'iga, shuningdek ishqorlarga etarlicha chidamli emas.

Kislotaga chidamli qoplama (zamazka) tayyorlash uchun mayda tuyilgan andezit un kukuni, shuningdek, natriy kremniy-ftoridi (andezitli zamazka) bilan aralashtiriladi. Bunday aralashma suyuq shisha bilan qoriladi (silikat moduli = 2,8, zichligi - $1,4 \text{ g / sm}^3$), aralasma tarkibi: andezit un kukuni - 95, Na_2SiF_6 –5, natriyli suyuq shisha -35 mass. %.

Natriy yoki kaliyli suyuq shisha, yirik mustaxkamlashtiruvki komponentlar (granit shag'al), mayda toldirgichlar (qum), mayda zarrachali to'ldirgichlar, qo'tiruvchi (natriy silikoflorid) va maxsus qo'shimchalar (plastifikatorlar, germetiklar, gidrifibizator va boshqalar) asosida polimer silikat betonlari tayyorlanadi.

Suyuq shisha asosida olingan kislotaga chidamli sement, qoplama (zamazka) va betonning asosiy iste'molchilaridan biri bu sellyuloza va qogoz sanoatidir (sulfat usuli bilan sellyuloza ishlab chiqarish), bu erda ushbu turdagi materiallar qazish qozonlarini, nasoslarni, quyma tanklarni va boshqalarni himoya qilish uchun ishlatiladi va hokazo. Bu holda texnologik uskunalar po'latdan yoki betondan yasalgan bo'lib, himoya uchun suyuq shisha plita ustiga yotqizilgan kislotaga chidamli keramik plitka yoki g'ishtlardan iborat bo'ladi.

Suyuq shisha asosida kislotaga chidamli betondan tayyorlangan monolit qoplama ham ishlatiladi. Kislotaga bardoshli materialning asosiy xususiyatlari korroziyaga chidamliligi, o'tkazuvchanligi, toksik emasligi, shuningdek arzonligi va foydalanish qulayligi bilan ajralib turadi.

10 BOB. Beton asosidagi kompozitsion materiallar.

33-§. Betonlarning turlari

Beton qurilish ob'ektining asosiy materiali xisoblanadi. Beton—bu sun'iy xosil qilingan material bo'lib, bog'lovchi modda, to'ldiruvchi va qo'shimchalar asosida tayyorlangan va suv bilan qorishtirilgandan keyin ma'lum vaqtdan keyin qotib, toshdek qattiq xolga keladigan qurilish aralashmasi xisoblanadi. Beton qadimiy qurilish materiali bo'lib, undan egipet labirintlarini qurishda, irrigatsiya inshootlari, gumbazlar, ko'priklar, obidalar qurishda xam foydalanilgan. Dastlabki bosqichda betonning tarkibi tuproq, gips, oxak, bitumlarni tashkil etgan bo'lsa, XVIII-XIX asrlarga kelib beton tarkibiga avval gidravlik oxak, romansement, keyin esa portlandsement qo'llanilgan.

Xozirgi kunda beton va temir-betonsiz qurilish sohasini tassavur etib bo'lmaydi. Uzoq muddatli kuzatuvlar ko'rsatishicha betonli va temir-betonli konstruksiyalarning chidamliligi yuqoriligi bilan katta ahamiyat kasb etadi. Qurilish aralashmalaridan beton o'zining tarkibi va qo'llanilish o'rni bo'yicha bir-biridan farqlanadi.

Sementli betonlar turli sementlar asosida tayyorlanadi. Ularning ichida portlandsement asosida tayyorlanganlari asosiy o'rinda (65% atrofida) turadi. Shlakli portlandsementli turlari 20-25% ni tashkil etadi. Sementli betonlar qatoriga oq va rangli sementlar asosida olingan dekorativ betonlar, xamda maxsus turdagi betonlarga glinozemli, qisqarmaydigan, kengayuvchan sementlar asosida tayyorlangan betonlar kiradi.

Silikatli betonlar oxak asosida tayyorlanadi. Bu turdagi maxsulotlarni tayyorlashda avtoklavda qotirish usulidan foydalaniladi.

Gipsli betonlar - imoratlarning ichki devorlarida, shiplari va to'siqlar o'rnatishda ishlatiladi. Ularning tarkibi ko'pincha gips-putssolansementli bo'lib, asosan, suvga chidamli, san-uzellar va boshqa elementlar uchun mo'ljallangan.

Engil betonlar. Engil betonlar turkumiga quruq xolda zichligi 1800 kg/m³ dan kam bo'lmagan betonlar kiradi. Ularni qo'llash bilan qurilish konstruksiyalarini massasi va qalinligini kamayishiga, montajlash elementlarini

yiriklashtiradi, qurilishda mehnat va vaqt sarfini kamaytiradi. Engil betonlar bog'lovchilarining strukturasi, turi va g'ovakligi va to'ldiruvchilari va ishlatilish soxasiga ko'ra tavsiflanadi. Engil betonlar mineral va organik bog'lovchilar asosida olinadi. Avtoklav usulida qotirish usuli bilan olinadigan va gipsli bog'lovchilarda mineral bog'lovchilar keng qo'llaniladi. Engil betonlarga qo'shiladigan to'ldiruvchilar tabiiy va sun'iy g'ovakli bo'lishi mumkin.

Olovbardosh betonlar. Bu turdagi betonlar 1000°C va undan yuqori temperaturaga dosh beradi. Olovbardoshligi, bog'lovchi moddalari miqdori va zichlik ko'rsatkichi bo'yicha farqlanadi. 1600°C dan 1800°C temperaturaga chidamli betonlar – olovbardosh, 1800°C dan yuqori temperaturaga chidamli betonlarni yuqori olovbardosh betonlar deb ataladi. Bog'lovchi sifatida – portlandsement, shlakoportlandsement, glinozemli sement, fosfatli bog'lovchilar va suyuq shisha ishlatiladi. Sement toshining strukturasi yaxshilash va mustaxkamlikni saqlanishi uchun mineral qo'shimchalar – xromitli ruda, shamot chiqindisi, oddiy va magnezial g'isht, andezit, pemza, qumoq-qumoq tuproq, granulalangan domna shlaklari, yoqilg'i shlaklari va kullar kiritiladi. Beton uchun ishlatiladigan qo'shimchalarning donadorlik tarkibi bo'yicha №009 elakdan o'tkazilganda materialning 70% o'tishi talab etiladi. Olovbardosh betonlar issiqlik agregatining sharoiti, ishlash muddati kabilarni taxlil qilingan xolda tanlanadi.

Yuqori mustaxkamlikka ega tez qotadigan betonlar. Bu turdagi betonlarning siqilish kuchiga bo'lgan mustaxkamligi 50 MPa dan kam bo'lmaydi. Betonlarning mustaxkamligi dastlabki sementning faolligiga teng yoki undan katta bo'ladi. Yuqori mustaxkam betonlar olishda effektiv plastifikator qo'shimchalar, superplastifikatorlar qo'shiladi. Yuqori mustaxkam beton olishda yirik donali to'ldiruvchilar bilan maksimal darajada tuyintirish, qum ulushi kamaytirish bilan tarkibni tanlash mumkin. Yuqori mustaxkamlikka ega betonlar tez qotadi. Bu issiqnamlik qayta ishlash vaqtini kamaytiradi, ba'zi xollarda bu ishlovga umuman xojat bo'lmaydi. Yuqori mustaxkamlikka ega betonlar yuqori zichlikka ega, chidamli, uzoq vaqt turadi, agressiv va atmosfera ta'siriga chidamli bo'lganligi sababli og'ir sharoitdagi ekspluatatsiyaga yaroqli xisoblanadi.

Radioaktiv nurlanishlardan ximoyalovchi betonlar. Yaderli reaktorlaridan to'suvchi ekran sifatida qo'llaniladi. Barcha radioaktiv nurlanishlar ichida γ -nurlari va neytronlar ko'proq singish xususiyatiga ega. γ -nurlari yutadigan materialning quvvati uning zichligiga proporsionaldir. Materialda neytron oqimini kamaytirish uchun kam zichlikka ega atomli elementlar, masalan vodorod kerak bo'ladi. Beton esa yaderli reaktorlardan biologik ximoyalashda samarador material xisoblanadi, chunki, kimyoviy bog'langan suvda aniq miqdordagi vodorod mavjudli va uning nisbatan kam miqdorda bo'lishi xam yuqori mustaxkamlikka xamoxangdir. Atom elektrostansiyalari va izotoplar ishlab chiqarishda ximoya ekranining qalinligini kamaytirish uchun zichligi 2500-7000 kg/m³ bo'lgan aloxida juda og'ir betonlar va tarkibida yuqori miqdorda kimyoviy bog'langan suv saqlagan gidratli betonlardan foydalaniladi. Aloxida og'ir betonlar uchun portlandsement, putssolansement, shlakliportlandsement, glinozemli sementlar ishlatiladi. Gidratli betonlar uchun ko'pincha glinozemli sement qo'llaniladi. Aloxida og'ir betonlar uchun to'ldiruvchilar sifatida zichligi yuqori bo'lgan materiallar – magnetit, gematit, barit, metal qirindilari va boshqalar, gidratli betonlarda esa limonit va serpentit kabilardan foydalaniladi. Radioaktiv nurlardan ximoyalovchi betonlar yuqoridagi xossalardan tashqari yana temperaturabardoshlikka, yuqori issiqlik o'tkazuvchanlikka ega bo'lishi va minimal darajadagi qisqarish ko'rsatkichi, issiqlikdan kengayish koeffitsienti xamda yoyilish xususiyatlariga ega bo'lishi lozim.

Yo'l qoplamalari uchun betonlar. Bu turdagi beton plitkalar doimiy xizmat qilganligi sababli egilish kuchi, siqilish kuchiga qarshi ta'siri va sovuqbardoshligi yuqori bo'lishi talab etiladi. Yo'lning sharoiti va yo'l qoplamasining tuzilishiga ko'ra qoplama betonlarning egilish kuchiga bo'lgan mustaxkamligi 3,5...5,5 MPa ni siqilish kuchiga bo'lgan mustaxkamligi 25-50 MPa ni tashkil etadi. Sovuqbardoshlik bo'yicha betonning markasi qurilish xududining klimatik sharoitidan kelib chiqqan xolda tanlanadi. Yo'l qoplamalarni tayyorlashda xavoning xarorati -10°C gacha bo'lganda sovuqbardoshligi G'100 bo'lgan beton, xavoning xarorati -10°C dan -20°C gacha bo'lgan xolda G'150 va xarorat -20°C

dan past bo'lganda G'200 markali beton qo'llaniladi. Beton aralashmasining sovuqbardoshligi va qulay joylashish xolatini ta'minlash maqsadida tarkibga superplas-tifikatorlar va plastifikatorlar xamda xavo ergashtiruvchi qo'shimchalar qo'shiladi. Ishlab chiqarishda turli konsistensiyali beton aralashmalari qo'llaniladi: superplastifikatorli beton aralashmasini quyish (lityo), qattiq asos uchun zichlanadigan kam sementli beton va boshqalar.

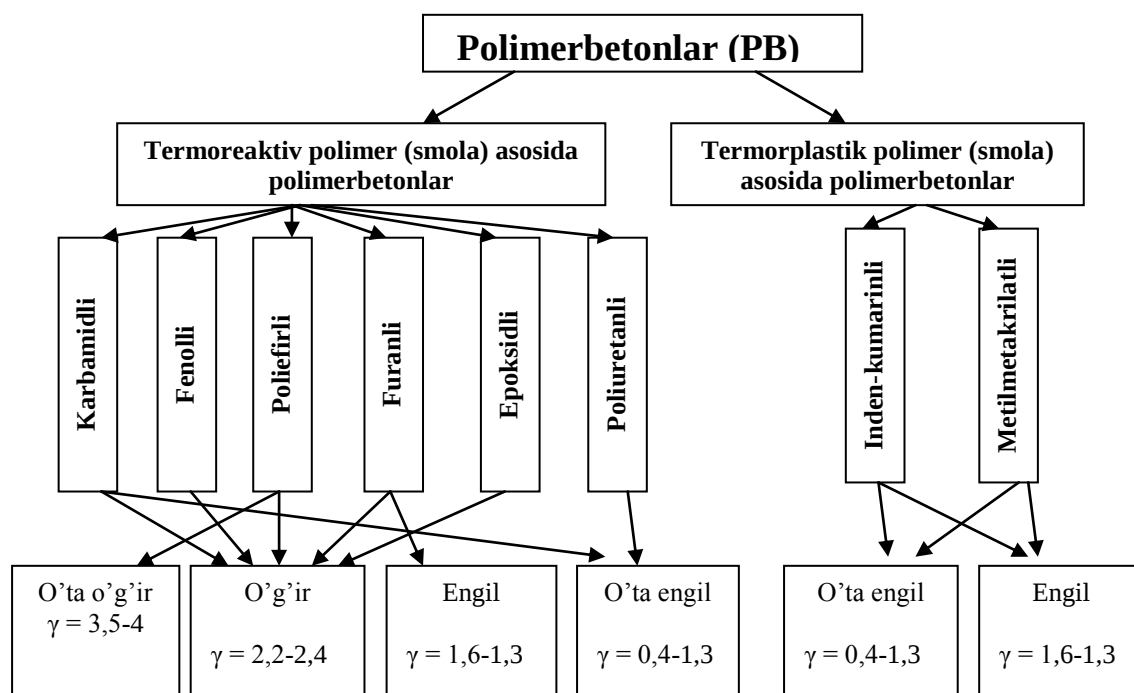
Dekorativ beton. Bu turdagi betonlarni tayyorlashda oq va rangli sementlar xamda maxsus to'ldiruvchilar ishlatiladi. Tarkibi va ishlatilishiga qo'ra ular rangli betonlar va tabiiy toshlarga o'xshash yoki aloxida, axamiyatli strukturaga ega bo'lgan guruxlarga bo'linadilar. Ba'zi xollarda betonlarning yuzasiga maxsus ishlov berish mumkin. Rangli beton olishda oq va rangli sementlar xamda turli xildagi mineral va organik pigmentlar qo'llaniladi. Pigmentlar yuqori darajada atmosferabardosh, yuqori ishqorbardosh va yuqori rangbardosh bo'lishi talab etiladi. Ko'pincha turli metallarning oksidlari va tuzlari asosidagi mineral pigmentlar ishlatiladi. Bu pigmentlarni sement massasi bo'yicha 1...5% gacha qo'shiladi. Dekorativ betonlar turli qurilish konstruksiyalari – binolarni chegaralovchi konstruksiyalar, pollar, binoning old qismi ya'ni fasad elementlari, kichik o'lchamdagi arxitektura shakllari va boshqalar uchun qo'llaniladi.

Fibrobetonlar. Fibrobetonlar dispers tolalar (fibra) bilan armirlangan bo'ladi. Fibrobeton yuqori mustaxkamlikka ega va yoriqlar paydo bo'lishiga yuqori darajada qarshilik qilish xususiyatiga ega. Bu turdagi beton asosida tayyorlangan maxsulotlarga armirovka setkalari va karskaslar qo'ymasdan xam shakllash mumkin, bu jarayonda texnologiyani soddalashtirish va mexnat sarfini kamaytirishga erishish mumkin. Armirovkalash uchun metal va nometall tolalardan foydalaniladi. Metall fibrallarining diametri 0,1...0,5 mm, uzunligi 10...50 mm ni tashkil etadi. Nometall tolalar sifatida shishasimon, bazaltli, polimer va qirrali tolalar ishlatish mumkin. Shisha tolalari diametri bir necha mikrometrdan to millimetrining ulushlarini, uzunligi esa 10...20 mm ni tashkil etadi. Polimer fibrallar uchun taranglik moduli yuqori bo'lgan maxsus materiallar ishlatiladi. Bu materiallar ko'pincha gipsli va past molekulyar betonlarda ishlatiladi. Po'lat

tolalar beton aralashmasi tarkibiga massa bo'yicha 1...2,5%, shishasimon tolalar 1...4% qo'shiladi. Barcha turdagi fibra-tolalar mayda donali beton tarkibiga qo'shiladi. Fibrobetonni tayyorlash uchun maxsus texnologik reglament qo'llaniladi, ba'zi xollarda aloxida turdagi aralashtirgichlar talab etiladi. Chunki fibrobeton aralashmasi tarkibiga qo'shilgan fibro-tolalar bir joyga yig'ilib, qumoqlarni yoki do'ngchalarni xosil qilishi mumkin.

Polimersementli qorishma va betonlar. Ularning tarkibida polivinilatsetat, polivinilxlorid, polistrol va kremniy-organik polimerlarning suvdagi emulsiyalari kabilar mavjud. Bu komponentlar asosida olingan aralashma polimersement va polimerbeton deyiladi. Polimer emulsiyalardan beton aralashmasiga qo'shilsa, betonni temir armatura bilan tishlashishi ortadi, cho'zilishga va siqilishga bo'lgan mustaxkamligi oshadi. Shuning uchun polimerli sement aralashmasi yassi tomalar, blokalar va ayvonlar qurishda gidroizolyasiya materiali sifatida keng qo'llaniladi. Polimersementli aralashmadan quvurlar, rezervuarlar-ning ximoya qavatlarini xamda yaxlit quyma blokalar olish mumkin. Sement, sintetik polimer va pigmentlar asosida suv va nam muxit ta'siriga chidamli xar xil rangli suvoq aralashmalari xam olish mumkin.

Polimerli beton tarkibiga sement, to'ldiruvchi va suvdan tashqari sintetik tola – neylon qo'shilgan turlari xam mavjud. Bunday naylon-betonning siqilish kuchiga bo'lgan mustaxkamligi 450 kG/sm^2 , egilish kuchiga bo'lgan mustaxkamligi esa 250 kG/sm^2 ga yaqin. Bu ko'rsatkich oddiy betonga qaraganda 3-4 marta katta. Polimersementli qorishma va betonlar ishlatilish sharoitiga ko'ra avtomobil yo'llari va aerodromlar qurishda, choksiz pollar tayyorlashda, og'ir yuk tushadigan xamda kimyoviy moddalar bilan ish olib boriladigan sanoat inolarining pollarini qurishda ishlatiladi



81-rasm. Polimer-betonlar klassifikatsiyasi.

Plastobeton aralashmasi. Qurilish ishlarida ishlatilayotgan betonlarning mustaxkamligini, kislotalarga bardoshligini oshirish maqsadida olimlar tomonidan plastobeton tarkibi yaratilgan. Uning tarkibi quyidagi 25-jadvalda keltiriladi.

25-jadval. *Plastobeton tarkibi*

№	Xom-ash'yo materiallar	Miqdori, %
1	Furfurol-atseton monomeri	9-11
2	Benzolsulfokislota	1-3
3	To'ldirgichlar (qum, shag'al, maydalangan tosh va boshqalar)	86
4	Furfurol	1-1,5
5	Atseton (benzolsulfokislotani eritish uchun)	0,1-0,3

Beton tarkibini xisoblash ikkita usul bilan ifodalanadi:

1. Sement, qum va shag'al yoki (sheben) larning massasi bo'yicha, sementning faolligi va suv-sement nisbatini ko'rsatmalari asosida;
2. Katta ob'ektlarda va markaziy beton zavodlarida barcha materiallar massa bo'yicha dozalanadi. Beton tarkibi 1 m³ ga kg xisobida olinadi.

34-§ Betonlarning xossalari

O'rtacha og'irlik bo'yicha. O'rtacha zichligi bo'yicha: o'ta og'ir bo'lgan turi – zichligi 2500 kg/m^3 dan yuqori; og'ir bo'lgan turi – $1800\text{-}2500 \text{ kg/m}^3$; engil turi – $500\text{-}1800 \text{ kg/m}^3$ va o'ta engil turi 500 kg/m^3 dan kam. O'ta og'ir beton og'ir to'ldiruvchilari – po'lat qipiq-lari va qiyqimlari, temir rudalari (limonit va magnezitli beton) yoki baritli (baritli beton) bo'lib, u maxsus kontruksiyalar uchun qo'llaniladi. Oddiy og'ir betonlar qurilishda eng ko'p ishlatiladigan aralashma bo'lib, ularning zichligi $2100\text{-}2500 \text{ kg/m}^3$ ni tashkil etadi. To'ldiruvchi sifatida tog' jinslaridan granit, oxaktosh, diabaz kabilar qo'shiladi. Zichligi $1800\text{-}2000 \text{ kg/m}^3$ bo'lgan engil betonlarning tarkibi sheben asosida, zichligi $1600\text{-}1900 \text{ kg/m}^3$ bo'lgan turlari esa qumsiz, yirik to'ldiruvchi asosida olinadi. Engil beton g'ovak to'ldiruvchilar – keramzit, agloporit, pemza, tuf va ko'pchigan shlaklar asosida olinadi. O'ta engil betonlar yacheykali betonlarga mansubdir. Ular ko'pchitilgan bog'lovchi materiallarning aralashmalari, mayda tuyilgan qo'shimchalar, suv va maxsus usullar bilan olingan (gazobeton, penobeton), xamda engil to'ldiruvchilar asosida olinadi va yirik g'ovakli beton bo'ladi. Yacheykali betonlarda to'ldiruvchi sifatida yacheykalarda sun'iy ravishda xosil qilingan xavo bo'ladi.

To'ldiruvchilarning yirikligi bo'yicha. To'ldiruvchilarning yirikligi bo'yicha va uning betondagi miqdori bo'yicha farqlanadilar. Yirik donali betonlarda yirik to'ldiruvchilarning yirikligi 10 mm dan katta, mayda donali betonlarda 10 mm gacha bo'lib, ular uchun qumning donadorligiga ko'ra aloxida tanlanadi. Betonning asosini tashkil etuvchilar. Betonning asosiy tarkibi bog'lovchi materiallar bo'lib, ularning maxsulotning xossalari bo'yicha farq qiladi – sementli, silikatli, gipsli, shlak-ishqoriy, polimerbetonlar, polimersementli betonlar. Qurilish aralashmalaridan beton aralashmasining xossalari quyidagi 26- jadvalda keltiriladi.

Keltirilgan bu tasniflar aralashmaning umumiy xossalari xaqida ma'lumot beradi va u aloxida xoldagi aralashmalarda sezilarli darajada farqlanadi.

26-jadval. Beton aralashmasining xossalari

Aralashma xolati	Xossalar	Xossa bosqichi
Aralashma (beton)	Aralashma zichligi, kg/m ³	400...2400
	Mustaxkamlikni yig'ish tempi	1...48
	Egilish kuchiga bo'lgan mustaxkamlik, Mpa	0,2...13
	Siqilish kuchiga bo'lgan mustaxkamlik, Mpa	1...75
	Asos bilan birikish mustaxkamligi, Mpa	0,2...0,25
	G'ovaklilik, %	2-50
	Suv o'tkazmaslik, Mpa	0,2...1,6
	Deformatsiya (+ ; -)	0±0,5
	Uzoq muddatliligi (atmosfera chidamlilik, suvga chidamlilik, sovuq bardoshlik, kimyoviy barqororlik), yil	5...25
	Kyunsel bo'yicha suv-ximoya xossasi, $S_d \cdot \omega, \kappa z / M \cdot coam^{0.5}$	≤0,2
	Gidrofoblik	1...6

35-§ Beton qorishmasining tarkibi

1 m³ beton qorishmasini tayyorlash uchun qancha miqdorda suv, qum va yirik donali to'ldirgich sarflanishini xisoblash yo'li bilan aniqlanadi. Xisoblash ishlarida sement, suv va to'ldiruvchilarning absolyut xajmini topish kerak. Absolyut xajm sementning og'irligi miqdorini uning solishtirma og'irligiga bo'lgan (3:1) nisbati bilan aniqlanadi. Demak, sementning absolyut xajmi S/3,1 ga suv esa $B_o = U \cdot \frac{B}{U}$ ga teng. bu erda V/S- oldindan aniqlangan suv-sement faktor;

Betondagi sement va suvning o'rnini e'tiborga olib, absolyut xajmni bilgan xolda 1m³ (yoki 1000 l) beton qorishmasi uchun qancha miqdorda to'ldiruvchi ketishini xisoblanadi. U quyidagi formula orqali xisoblanadi: $V_3 = 1000 - (\frac{U}{3,1} + \frac{U}{B} \cdot U)$

Mayda (M) va yirik (K) donali to'ldirgichlarning umumiy og'irligini aniqlash

uchun absolyut xajmni to'ldiruvchilarning solishtirma og'irligiga bo'lish kerak. Mayda donali to'ldiruvchilarning miqdorni yirik va mayda donali to'ldiruvchilarning (M+K) yig'indisiga bo'lgan nisbati bilan aniqlanadi. Bunda mayda donali zarrachalar yirik donachalar orasidagi mavjud bo'shliqlarni yuza bo'ylab to'ldirishi lozim.

Yirik to'ldiruvchilarning xajmiy og'irligi (γ_{kr}) va uning solishtirma og'irligi masalan 2,65 bo'lganda qumning to'ldiruvchiga nisbati (r) quyidagicha bo'ladi:

$$r = \frac{M}{M + K} = 1 - \frac{\gamma_{kp}}{2650}$$

Bu erda γ_{kr} ning birligi kg/m^3 da.

Agar mayda (M) va yirik (K) to'ldiruvchilarning umumiy og'irligi ma'lum bo'lsa, unda betondagi qum va yirik to'ldiruvchining miqdorini xisoblash mumkin bo'ladi. Demak, sement: suv : qum : yirik to'ldiruvchi tarkibli beton tarkibi massa og'irligi bo'yicha olinadi.

Amaliy mashg'ulot.

G'isht va betondan yasalgan devorlar uchun suvoqlar va betonlar

Beton – ratsional tarkibda tanlangan mineral bog'lovchi, suv, to'ldirgichlar, maxsus qo'shimchalardan iborat qushimchalardan iborat qorishmani aralashtirib, zichlashtirib olingan suniy kompozitsion tosh materialdir.

Beton qorishmasida sement, suv, rolimer va dispers qo'shimchalardan iborat mikrokompozit 15 – 20% hajmni egallaydi. Yirik to'ldirgich hosil qilgan majmuani karkas, mikrokompozitni esa matrisa deb qarash mumkin.

Oddiy og'ir betonning o'rtacha zichligi $2200 - 2500 \text{ kg/m}^3$ yengillashtirilgan betonniki esa $1800 - 2200 \text{ kg/m}^3$ bo'ladi. Ular kvars qumi, tog' jinslari shag'ali, yoki chaqiqtosh asosida olinadi. Odatda 1 m^3 beton qorishmasi tayyorlash uchun sement sarfi $200 - 400 \text{ kg/m}^3$ bo'lganda, sarflanayotgan suvning miqdori betonning markasiga mos ravishda o'zgarmas bo'ladi. Shu sababli suvning miqdori mavjud jadval, yoki grafiklar yordamida to'ldirgichlarning turi va fraksiyasiga qarab tanlanadi. Oddiy og'ir beton uchun mustaxkamlik formulasi quyidagicha:

$$R_0 = ARS \cdot \left(\frac{S}{S} - 0,5\right) \qquad \frac{S}{S} = 1,4 - 2,5$$

$$R_0 = A_1 A_s \cdot \left(\frac{S}{S} + 0,5\right) \quad \frac{S}{S} \succ 2,5$$

bu erda: R_b – 28 sutka davomida normal sharoitda qotgan betonning siqilishidagi mustaxkamligi, MPa;

R_s – sement aktivligi, MPa;

A va A_1 – to‘ldirgichlar sifatini xisobga oluvchi koeffitsiyentlar.

Ishni bajarish maksadi. Beton qorishmasining tarkibi 1 m^3 beton qorishmasini tayyorlash uchun qancha miqdorda suv, qum va yirik donali to‘ldirgich sarflanishini xisoblash yo‘li bilan aniqlanadi.

Xisoblash ishlarida sement, suv va to‘ldiruvchilarning absolyut xajmini topish kerak. Absolyut xajm sementning og‘irligi miqdorini uning solishtirma og‘irligiga bo‘lgan (3:1) nisbati bilan aniqlanadi. Demak, sementning absolyut xajmi $S/3,1$ ga suv esa $B_o = U \cdot \frac{B}{U}$ ga teng.

bu erda V/S - oldindan aniqlangan suv-sement faktor;

Betondagi sement va suvning o‘rnini e‘tiborga olib, absolyut xajmni bilgan xolda 1 m^3 (yoki 1000 l) beton qorishmasi uchun qancha miqdorda to‘ldiruvchi ketishini xisoblanadi. U quyidagi formula orqali xisoblanadi:

$$V_3 = 1000 - \left(\frac{U}{3,1} + \frac{U}{B} \cdot U\right)$$

Mayda (M) va yirik (K) donali to‘ldirgichlarning umumiy og‘irligini aniqlash uchun absolyut xajmni to‘ldiruvchilarning solishtirma og‘irligiga bo‘lish kerak. Mayda donali to‘ldiruvchilarning miqdorni yirik va mayda donali to‘ldiruvchilarning (M+K) yig‘indisiga bo‘lgan nisbati bilan aniqlanadi. Bunda mayda donali zarrachalar yirik donachalar orasidagi mavjud bo‘shliqlarni yuza bo‘ylab to‘ldirishi lozim.

Yirik to‘ldiruvchilarning xajmiy og‘irligi (γ_{kr}) va uning solishtirma og‘irligi masalan 2,65 bo‘lganda qumning to‘ldiruvchiga nisbati (r) quyidagicha bo‘ladi:

$$r = \frac{M}{M + K} = 1 - \frac{\gamma_{kp}}{2650}$$

Bu erda γ_{kr} ning birligi kg/m^3 da.

Agar mayda (M) va yirik (K) to'ldiruvchilarning umumiy og'irligi ma'lum bo'lsa, unda betondagi qum va yirik to'ldiruvchining miqdorini xisoblash mumkin bo'ladi. Demak, sement: suv : qum : yirik to'ldiruvchi tarkibli beton tarkibi massa og'irligi bo'yicha olinad

Yirik to'ldirgichlar. Og'ir beton tayyorlashda yirik to'ldirgich sifatida tog' jinslaridan shag'al va chaqiqtoşdan foydalaniladi. Beton xossalariga katta tasir etadigan ko'rsatgichlardan biri to'ldirgich tarkibining mayda – yirikligidir. Donalar o'lchamiga ko'ra chaqiqtoş (shag'al) 5 – 10 , 10 – 20, 20 – 40 va 40 – 70 mm o'lchamlarda bo'ladi. To'ldirgichning donadorlik tarkibi 70, 40, 20, 10 va 5 mm li elaklar to'plamida o'tkazish orqali aniqlanadi.

Elaklardagi ayrim va to'la qoldiqlar hisoblanib, chaqiqtoş (shag'al) ning $D_{eng\ katta}$, va $D_{eng\ kichik}$ va 0,5 ($D_{e.kat.} + D_{e. kech}$) miqdorlari aniqlanadi. Olingan natijalar bo'yicha to'ldirgichning mayda – yiriklik grafigini chizish mumkin. Yirik to'ldirgichning mayda – yirikligi egriligi xolatini grafikda joylashishiga qarab chaqiqtoşni beton tayyorlashga yaroqli, yoki yaroqsizligi to'g'risida hulasa chiqariladi. Xisoblash ishlari orqali to'ldiruvchining namligi, oraliq bo'shliq xajmi va boshqalarni aniqlash mumkin.

Ishni bajarish tartibi . Chaqiqtoş (shag'al) donalari oraliq boshlig'i bo'shliq hajmining material hajmida nisbatidir:

$$V_b = (1 - \frac{\rho_t}{\rho}) \cdot 100\% .$$

Bu erda: ρ_t – to'ldirgichning to'kma o'rtacha zichligi, kg/m^3 ;

ρ – to'ldirgichning zichligi, kg/m^3 .

Chaqqiqtoş (shag'al)ning namligi – malum miqdor materialdagi foizda ifodalaniladigan namlik miqdori bo'lib, quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$W = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100\%$$

Bu erda: m_1 – nam holdagi to'ldirgichning massasi, ;

m – quruq holdagi to'ldirgichning massasi, kg.

Chaqqiqtoş (shag'al) ning eng katta ($D_{eng\ katta}$) va eng kichik ($D_{eng\ kichik}$) donalarining zaruriy miqdor chegarasi quyidagi tartibda belgilangan:

$$D_{\text{eng kichik}} = 95 - 100\%,$$

$$0,5 (D_{\text{eng kichik}} + D_{\text{eng katta}}) = 40-70\%,$$

$$D_{\text{eng katta}} = 0-5\%;$$

$$1,25 D_{\text{eng katta}} = 0.$$

1-Masala

Chaqiqtoşning to'kma zichligi 1,5; o'rtacha zichligi 2,55; zichligi 2,6 g/sm³. Chaqiqtoş donalarining oraliq bo'shlig'i, chaqiqtoş tayyorlangan toşning g'ovakligi, chaqiqtoşning umumiy bo'shlig'i (g'ovakligi) aniqlansin. 1 m³ chaqiqtoşdagi toş hajmi va uning absolyut zich holdagi hajmi aniqlansin.

Masalani echish:

1. Chaqiqtoş donalari oraliq bo'shlig'i, g'ovakligi va umumiy g'ovakligini aniqlashda quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$V_{\text{öyü}} = \left(1 - \frac{\rho_t}{\rho_m}\right) \cdot 100\%$$

Masala sharti bo'yicha berilgan ma'lumotlarni formulaga qo'ymiz:

$$V_{\text{öyü}} = \left(1 - \frac{1,5}{2,55}\right) \cdot 100 = 42\%$$

Chaqiqtoşning g'ovakligini quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$\rho = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) \cdot 100$$

Masala sharti bo'yicha berilgan ma'lumotlarni formulaga qo'ymiz:

$$\rho = \left(1 - \frac{2,55}{2,6}\right) \cdot 100 = 2\%$$

Chaqiqtoşning umumiy g'ovakligi quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$\rho_{\text{yöüm}} = \left(1 - \frac{\rho_t}{\rho}\right) \cdot 100$$

Masala sharti bo'yicha berilgan ma'lumotlarni formulaga qo'ymiz:

$$\rho_{\text{yöüm}} = \left(1 - \frac{1,5}{2,6}\right) \cdot 100 = 43\%.$$

1m³ chaqiqtoşdagi toş hajmini xisoblaymiz:

$$V_t = \frac{\rho_t}{\rho_m} = \frac{1500}{2550} = 0,58 \text{ m}^3$$

Absolyut zich xoldagi toshning hajmini hisoblaymiz:

$$V_{at} = \frac{\rho_t}{\rho} = \frac{1500}{2650} = 0,56 \text{ m}^3$$

2- Masala

Markasi 200 va joylashuvchanligi 15 sutka bo'lgan beton berilgan. Sementning aktivligi 400 kg/m^2 , zichligi $3,1 \text{ kg/dm}^3$, o'rtacha yiriklikda bo'lgan qumning zichligi $2,7 \text{ kg/dm}^3$, to'kma zichligi $1,6 \text{ kg/dm}^3$ va namligi 5%. Uning eng yirik donasi o'lchami 40 mm, oraliq bo'shlig'i 45% zichligi $2,6 \text{ kg/dm}^3$, to'kma zichligi $1,5 \text{ kg/dm}^3$ va namligi 2% bo'lgan shag'al ishlatilgan. Ushbu betonni tayyorlash uchun materiallar sarfi aniqlansin.

Yechish: Mayda qilib to'yilgan qo'shimcha (kukun to'ldirgich) qo'shish ixtiyojini aniqlab olamiz. $R_s / R_b = 400 : 200 = 2$ bo'lganligi sababli sement tarkibiga kukun to'ldirgich kiritish zaruriyati yo'q.

2. Qo'yidagi formuladan suv – sement nisbatini aniqlab olamiz:

$$R_b = A \cdot R_s \left(\frac{S}{S'} - 0,5 \right)$$

bu yerda:

$$\frac{S}{S''} = \frac{RS}{2R_b + 0,5R_s} = \frac{400}{2 \cdot 200 + 0,5 \cdot 400} = 0,67$$

3. Masala sharti bo'yicha qum va shag'alning nisbatini aniqlaymiz:

(x – qum, u – shag'al).

$$\frac{x}{\rho_t \cdot q} = \frac{y}{S_t u} \cdot V_q$$

bu erdan

$$\frac{x}{\rho_t \cdot q} = \frac{y}{S_t u} \cdot V_q = \frac{1,6}{1,5} \cdot 0,45 = 0,48$$

bundan $x = 0,48$; $u = 1$.

3- Masala

20 t plastifikatsiyalangan portlandsement olish uchun plastifikatsiya-lovchi gidrofil qo'shimchadan qancha miqdorda olish talab etiladi. SSB – plastifikatsiyalovchi qo'shimcha (sifat-spiritli barda) 50% qattiq modda va 50% suvdan iborat. SSB qo'shimchasining miqdori SSB ni quruq moddaga hisoblanganda sement og'irligining 0,2% tashkil qilishi kerakligi aniqlangan.

Echish:

20 t plastifikatsiyalangan portlandsement tayyorlash uchun sement og'irligining 0,2 % teng miqdorda SSB kiritilishi lozim, ya'ni

$$20\,000 \cdot 0,002 = 40 \text{ kg quruq modda.}$$

Biroq, SSB qo'shimchasi 50% suvli eritmada mavjud bo'ladi, ya'ni 40 kg suv, va bunda SSB ning 80 kg kiritilishi lozim.

4- Masala

O'lchami 4x4x16 sm bo'lgan balkachalar namunalari (plastik konsistensiyaga ega sement xamiridan tayyorlangan) egishga, ularni yarimlangan bo'laklari – siqishga sinalgan. Egishga bo'lgan sinovlar natijasida: 46,8; 51,0; 52 kg/sm² natijalar olingan. Siqishga bo'lgan sinovlarda sindiruvchi yuklanish 8000, 7880, 8200, 8100, 8000 va 7900 kg teng bo'lgan. Portlandsement rusumini (markasini) aniqlang.

Echish:

Portlandsement rusumini (markasini) GOST 10178-62 bo'yicha aniqlash mumkin. Egishga bo'lgan sinovlardan hosil bo'lgan yarimlangan balkachalar siqishga sinaladi. Yuklanish 4x6,25 sm o'lchamdagi metall plastinkalar orqali beriladi, bu esa 25 sm² kundalang kesimga muvofiq keladi.

Shunday qilib, egishga bo'lgan sinovlarda 46,8; 51,0; 52 kg/sm² yoki eng yuqori miqdorlarning o'rtacha 51,5 kg/sm² ko'rsatkichi olinadi (GOST 310-60 ga muvofiq). Siqishga bo'lgan sinovlarda to'rtta qiymati olinadi:

$$8000 : 25 = 320; 8200 : 25 = 328; 8100 : 25 = 324; \text{ ya'ni } 323 \text{ kg/sm}^2.$$

Demak, olingan natijalar bo'yicha namuna M300 rusumli sementga muvofiq keladi.

Bog'lovchi material va to'ldiruvchi asosida quruq qurilish kompozitsion aralashmasini tayyorlash va xossalarini aniqlash.

Ishni bajarish maqsadi. Quruq qurilish aralashmalari tarkibi bo'yicha ishlatilish o'rnini va tabiatiga ko'ra xilma-xil bo'ladi.

Kerakli asboblari va materiallar: aralashmaning silijishini aniqlash uchun standart konus, gidravlik press, qoliplar, sovutish kamera

Aralashmalarning asosiy turlari quyidagilarda iboratdir:

1. Sementli – portlandsement yoki uning turlari asosida;
2. Oxakli – xavoda qotadigan va gidravlik oxak asosida;
3. Gipsli – qurilish gipsi, angdridli bog'lovchi asosida;
4. Aralash – ya'ni, sement-oxakli, sement-tuproqli, oxak-gipsli va boshqalar.

Qurilish aralashmasini tayyorlashda uning tarkibi aralashmani ishlatilish o'rnini, inshoot yoki binodan foydalanish sharoiti, temperatura-namli qotish rejimiga bog'liq ravishda tanlanadi. Ishlatilish o'rniga ko'ra qurilish aralashmalari quyidagi turlarga bo'linadi:

1. G'ishtlarni terishida
2. Devor yuzasini qoplashda, ya'ni pardozlashda
3. Maxsus suvoq ishlarida. (gidroximoyalovchi, akustik, rentgenximoyalovchi, issiqlikdan va issiqlikni ximoyalovchi).

Qurilish aralashmalarining tarkibiga qishki mavsumda qotishni tezlashtiruvchi qo'shimchalar qo'shiladi va suvning muzlash temperaturasi kamaytirish uchun CaCl_2 , NaCl , NaNO_2 va boshqalar qo'shiladi.

Qurilish aralashmasining miqdori (massa yoki xajm bo'yicha) 1 m^3 bo'yicha xisoblanadi. Ikki xil bog'lovchi yoki mineral qo'shimcha asosida tuzilgan aralashma tarkibi 1 : 0,3 : 4 nisbatda (sement : oxak : qum) olinadi.

Sement-oxakli aralashmalar tashqi suvoq ishlarida va doim nam muxitli ichki suvoq ishlarida ishlatiladi. Tashqi sokol va tashqi karnizlar uchun aralashma tarkibiga 1 : 1 : 6 yoki 1 : 5, 1 : 6 nisbatda milonaft qo'shimchasi qo'shiladi. Ichki yuzalar uchun mo'ljallangan qurilish aralashmasi tarkibida milonaft qo'shimchasi

1 : 2 : 9 nisbatda kiritiladi.

Tuyilgan soʻnmagan oxakli aralashmalar asosan qotish va qurish jarayonini tezlashtirish maqsadida ishlatiladi. Bunday aralashmaning tarkibi:

A) gʻisht devorni terish uchun (xajmi boʻyicha)- 1 qism maydalangan oxak momigʻi, 0,5...1,5 qism tuproq, 4...8 qism qum qoʻshiladi. Faolligi past boʻlgan oxakda va qishki mavsumda tuproq va qumni kamroq, faolligi yuqori boʻlgan oxakda va yozgi mavsumda esa koʻproq olinadi;

B) yogʻoch yuzasi uchun - 1 qism maydalangan oxak momigʻi, 0,1...0,3 qism gips, 3...5 qism qum qoʻshiladi.

V) pardozlash ishlari, karnizlar uchun - 1 qism maydalangan oxak momigʻi, 3 qism mayda qum qoʻshiladi. Bunday aralashma gipsli aralashma singari tez qotadi. Sement-oxakli aralashmaga qoʻshimchalar qoʻshilgan va qoʻshilmagan xoldagi tarkiblari 27-jadvalda keltiriladi.

27-jadval. Sement-oxakli aralashmaning markalar boʻyicha tarkibi

Sement markasi	Aralashmalarning markasi			
	25	50	75	100
Sement-oxak-qumli aralashmada (qoʻshimchasiz)				
300	1 : 1,7 : 12	1 : 0,7 : 6	1 : 0,3 : 4	1 : 0,2 : 3
400	-	1 : 1 : 8	1 : 0,5 : 5	1 : 0,3 : 4
Sement-oxak-qumli aralashmada (milonaft qoʻshimchali)				
300	1 : 0,5 : 13	1 : 0,15 : 7	1 : 0,4 : 5	1 : 0,3 : 3
400	-	1 : 0,3 : 9	1 : 0,15 : 5,5	1 : 0,4 : 5

Bu nisbatda namligi 2% dan ortiq boʻlmagan, oʻrta fraksiyadagi qumlar nazarda tutilgan. Mayda fraksiyadagi qumlarni ishlatilganda aralashmaning mustaxkamligi 25-35% ga pasayib ketadi, bunday xollarda sementning miqdorini rshiriladi. Quruq xoldagi qum nam qumga nisbatan sementni koʻproq talab etadi, qum talab asosida qoʻshilganda aralashmaning xajmi ortadi.

Ishni bajarish tartibi Aralashmalarning asosiy xossalariga uning namligi, yuza boʻylab qulay joylashishi, aralashmaning siljish, va suvni saqlash xususiyati kabilar kiradi. Aralashmaning qulay joylashishi uning suvni saqlashi, yaʼni suvni

ushlab turishi va aralashmaning siljish darajasiga bog‘liq xisoblanadi.

Quruq qurilish aralashmani portlandtsement va ohakdan tayyorlaymiz: 100 gr portlandtsementni va 100gr

ohakni 105-110 ° C quritish shkafda 2 soat davomida quritamiz , va namligini formula orqali aniqlaymiz

$$W = \frac{G_2 - G_1}{G_2} \cdot 100$$

bu erda : W_o - namunaning nisbiy namligi, %;

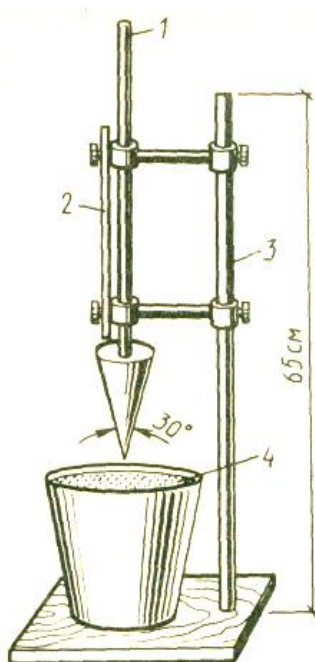
W_a - namunaning absolyut namligi, %;

G_4 - quruq - nam namunaning massasi, g;

G_1 - quritilgan namunaning massasi, g.

Namunaning suv yutuvchanligi W , % - da aniqlanadi

Aralashmaning siljishi xususiyati deb, aralashmaning yupqa qatlamning tekis yoyilgan xolatda asosning barcha notekisliklarini to‘ldirishga aytiladi. Aralashmaning siljish darajasi konus yordamida aniqlanadi.



1- Konusli xarakatchan strejen; 2-raqamlar ko‘rsatilgan lineyka; 3- shtativ;

4- aralashma solinadigan idish.

82-rasm. Aralashmaning silijishini aniqlash uchun standart konus.

Aralashmaning siljish darajasi aralashma tarkibiga va tarkibdagi dastlabki

materiallarning xossalari xamda suvning miqdoriga bog'liq xisoblanadi. Siljish darajasini oshirish maqsadida aralashma tarkibiga yuqori faol moddalar, plastifitsirolovchi qo'shimchalar qo'shiladi. Plastifitsirolovchi qo'shimchalar qo'shishdan maqsad sement va suvni iqtisod qilgan xolda aralashmani talab darajasida siljishiga yordam berish xisoblanadi. Bunda aralashmaning mustaxkamligi oshadi.

Suvni saqlash xususiyati. Aralashmani g'ovak yuzaga joylanganda suvni saqlab turishi va transportirovka jarayonida yoyilib ketmaslik xolati tushuniladi. Aralashmaning suv saqlash xususiyati yaxshi xolda ekanligi quyidagi xolatlar asosida aniqlash mumkin:

-g'ovak yuzada aralashmadagi suvning bir qismini g'isht yuzasida shimilishi (singishi);

- suvni shimilishi natijasida aralashmani zichlashib mustaxkamligini oshirishi;

Suvni saqlash xususiyati aralashma tarkibiga bog'liq bo'lib, bu xususiyatni tarkibdagi sementning o'rniga oxak, yuqori dispers qo'shimchalar (kul, tuproq va boshqa), xamda ba'zi yuqori-faol moddalar kiritish bilan oshirish mumkin bo'ladi.

Qurilish aralashmaning yana asosiy xossalari bu – mustaxkamlik va sovuqqa bardoshlik xususiyatlari xisob, bu xususiyatlar aralashma-suvoqni qotganidan so'ngi xususiyatlarini izoxlaydi. Qotgan aralashmaning mustaxkamligi, bu xususiyat bog'lovchi moddaning faolligiga, sement-suv nisbatiga xamda aralashmaning qotishi muddati va qotish sharoitiga bog'liq bo'ladi. Aralashmaning mustaxkamligi uning markasi bilan xarakterlanadi. Mustaxkamlikni aniqlash uchun 15-25°C oralig'ida 28 sutkada qotgan aralashmadan, o'lchamlari 70,7 x 70,7 x 70,7 mm bo'lgan kubiklar yoki 40x40x160 mm bo'lgan balochkalar tayyorlanadi. Tayyorlangan namunalar mustaxkamligi kgs/sm² birlik bo'yicha sinaladi va markalari 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200 va 300 bilan xarakterlanadi. Sovuqqa bardoshlik xususiyatlari namunalarni sovuq kameralarda sinash bilan aniqlanadi va markalari G'10, 15, 25, 35, 50, 100, 150, 200 va 300 bilan xarakterlanadi.

Nazorat savollari

1. Aralashmalarning asosiy turlari
2. Aralashmalarning xususiyatlari
3. Betonning markalari
4. Betonning mustaxkamligi qanday aniqlanadi
5. Betonning qanday markalarini bilasiz
6. Betonning gigroskopik xolati nimani ifodalaydi

Bog'lovchi materiallar, qum va mayda xamda yirik to'ldiruvchilar asosida beton qorishmasi tarkibini tuzib, aralashmani tayyorlash.

Ishni bajarish maqsadi. Beton qorishmasining tarkibi. 1 m^3 beton qorishmasini tayyorlash uchun qancha miqdorda suv, qum va yirik donali to'ldirgich sarflanishini hisoblash yo'li bilan aniqlanadi.

Kerakli asboblari va materiallar: Le-Shatlyekolbasi, №02 elak, laboratoriya torozi, aralashmaning silijishini aniqlash uchun standart konus, oxaktosh, qum

Xisoblash ishlarida sement, suv va to'ldiruvchilarning absolyut xajmini topish kerak. Absolyut xajm sementning og'irligi miqdorini uning solishtirma og'irligiga bo'lgan (3:1) nisbati bilan aniqlanadi. Demak, sementning absolyut xajmi $S/3,1$ ga suv esa $B_o = U \cdot \frac{B}{U}$ ga teng.

bu yerda V/S - oldindan aniqlangan suv-sement faktor;

Betondagi sement va suvning o'rnini e'tiborga olib, absolyut xajmni bilgan holda 1 m^3 (yoki 1000 l) beton qorishmasi uchun qancha miqdorda to'ldiruvchi ketishini hisoblanadi. U quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$V_3 = 1000 - \left(\frac{U}{3,1} + \frac{U}{B} \cdot U \right)$$

Mayda (M) va yirik (K) donali to'ldirgichlarning umumiy og'irligini aniqlash uchun absolyut xajmni to'ldiruvchilarning solishtirma og'irligiga bo'lish kerak. Mayda donali to'ldiruvchilarning miqdorni yirik va mayda donali to'ldiruvchilarning (M+K) yig'indisiga bo'lgan nisbati bilan aniqlanadi. Bunda

mayda donali zarrachalar yirik donachalar orasidagi mavjud bo'shliqlarni yuza bo'ylab to'ldirishi lozim.

Yirik to'ldiruvchilarning xajmiy og'irligi (γ_{kr}) va uning solishtirma og'irligi masalan 2,65 bo'lganda qumning to'ldiruvchiga nisbati (r) quyidagicha bo'ladi:

$$r = \frac{M}{M + K} = 1 - \frac{\gamma_{kp}}{2650}$$

Bu yerda γ_{kr} ning birligi kg/m^3 da.

Agar mayda (M) va yirik (K) to'ldiruvchilarning umumiy og'irligi ma'lum bo'lsa, unda betondagi qum va yirik to'ldiruvchining miqdorini xisoblash mumkin bo'ladi. Demak, sement: suv : qum : yirik to'ldiruvchi tarkibli beton tarkibi massa og'irligi bo'yicha olinadi.

Ishni bajarish tartibi. Bog'lovchi materiallar zichligini aniqlash. Qurilish aralashmalari tayyorlash uchun sementning zichligini bilish ahamiyatli xisoblanadi. Sementning to'kma zichligini maxsus idishda aniqlanadi. Bu ishdish voronka 1 va metall dan yasalgan o'lchov silindri 4 dan iborat. Kesik konussimon bu voronkaning pastki qismi naycha shaklidalir. Naycha surilma qopqoq 3 bilan berkitilgan. Sementdagi yirik aralashmalari naychaga tushmasligi uchun voronka ichiga elak 5 o'rnatiladi. Voronka taglik 2 ga tayanib turadi. To'kilgan uyumdagi sementning zichligini aniqlash vaqtida asbob stol ustiga qo'yiladi, surilma qopqog'i yopi turgan voronkaga uyumdagi sementdan 2 kg solinadi. Bundan oldin naycha ostiga tarozida tortib, massasi aniqlangan (xajmi taxmina 1000 sm^3) o'lchov silindri qo'yiladi. Voronkaning surilma qopqog'i ochiladi, silindrga sement ortig'i bilan to'lgach, qopqoq berkitiladi. Silindri og'zida uyulib turgan ortiqcha sement metall chizg'ich bilan surib tashlanadi, bunda chizg'ichni qiyaroq ushlash va silindrning yuqori chetiga qatti bosib surish kerak, aks xolda sement zichlashadi. Shundan keyin silindr sement bilan birga tarozida tortilib, undan idishning massasi olib tashlanadi, qolgan son sementning sof massasini bildiradi. Sementning massasini idishning xajmi (1000 sm^3) ga taqsimlab sementning zichligini topiladi. Bushroq uyumdagi sementning zichligi $950-1350 \text{ kg/sm}^3$ atrofida bo'ladi.

Xaqiqiy zichlikni aniqlash. Material massasining mutlaqo zich xolatdagi xajmiga bo'lgan nisbatiga teng fizik kattalik materialning xaqiqiy zichligi deb ataladi. Xaqiqiy zichlik quyidagi formula bo'yicha aniqlandi:

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

bu erda: m - materialning massasi, kg

V - materialning xajmi, m^3 .

Tanlangan materialning xaqiqiy zichligini aniqlash uchun puxta aralashtirilgan o'rtacha namunadan tarozida 200-220 gr tortib olinadi. Namunani qurtish shkafida 110 ± 5 oS temperaturada doimiy massaga kelunigacha quritiladi. Quritilgan materialni agatli yoki chinni xovonchada tuyiladi va teshiklarining o'lchami 0,2 x 0,2 mm bo'lgan №02 elakdan o'tkaziladi. Elakdan o'tkazilgan kukun 180 gr tortib olinadi va yana quritish shkafida quritiladi, so'ngra eksikatorida uy xaroratigaa sovitiladi, sinov o'tkaziguncha namunani eksikatorida saqlanadi.

Qattiq materialning xaqiqiy zichligi Le-Shatelye xajm o'lchagich priborida aniqlanadi. Bu asbob buyni ingichka va xajmi $120-150 \text{ sm}^3$ bo'lgan shisha kolbadan iorat. Kolba bo'ynining o'rta qismi yo'g'onlashtirilgan (dumaloq shakl berilgan). Shu dumaloq qismdan yuqoriga va pastga chiziqli tortilgan. Kolbaning mazkur chiziqlar orasidagi xajmi 20 sm^3 ni tashkil etadi. Uning bo'yni chiziqlar yordamida darajalarga bo'lingan, har bir bo'lining qiymati $0,1 \text{ sm}^3$.

Xajm o'lchagichga uning nol chizig'iga yetkazib suvsizlantirilgan kerosin yoki spirt, ya'ni kuknga nisbatan inert xisoblanuvchi suyuqlik quyiladi. So'ngra xajm o'lchagichning suvdan (nol chiziqdan) yuqorigi qismi filtr qog'oz bilan artib quritiladi. Keyin asbob xarorati 20°C bo'lgan suvli shisha idishga joylanadi. Sinov paytida asbob suvli ishdishda turadi. Xajm o'lchagich suv betiga ko'tarilmasligi, ya'ni qalqib chiqmasligi uchun uni shtativga maxkamlab qo'yish kerak, lekin bunda kolba bo'ynining darajalarga bo'lingan qismi suvga botib turishi lozim. Eksikatoridagi tayyor namunadan tarozida 0,1 g aniqlik bilan 80 g tortib olinadi va shu material asbobga voronka orqali qoshiqda oz-ozdan (to asbob suyuqlikning satxi 20 sm^3 to'g'risidagi chiziqqa yoki asbobning darajalariga bo'lingan yuqori

qismidagi chiziqqa yetguncha) solinadi. Xajm o'lhagichdag suyuqlikning eng so'nggi va dastlabki saxlari orasidagi tafovut asbobga solingan kukunining xajmini bildiradi. Kukun qoldig'i tarozida tortiladi. Xajm o'lhagichdagi kukunning massasi materialni tarozida birinchi va ikkinchi matrta tortish natijalari o'rtasidagi tofrvutga teng.

Materialning xaqiqiy zichligi quyidagi formuladan topiladi:

$$\rho = \frac{m - m_1}{V}$$

bu yerda: m- taroizida tortib olingan namunaning sinovdan oldingi massasi, kg;

m_1 - qoldiq namunaning massasi, kg

V- xajm o'lhagichga solingan kukun siqib chiqarilgan suyuqlik xajmi, m^3 .

Materialning xaqiqiy zichligini aniqlash natijalari laboratoriya ishlari daftariga qayd etiladi. Ba'zi qurilish materialarning xaqiqiy va o'rtacha zichligi to'g'risidagi ma'lumotlar quyidagi jadvalda beriladi.

28-jadval. *Qurilish materialarning xaqiqiy va o'rtacha zichligi*

Materiallar	Xaqiqiy zichlik, kg/m^3	O'rtacha zichligi, kg/m^3
Granit	2800-2900	2600-2700
Zich oxaktosh	2400-2600	2100-2400
Qum	2600-2700	1400-1600

Nazorat savollari :

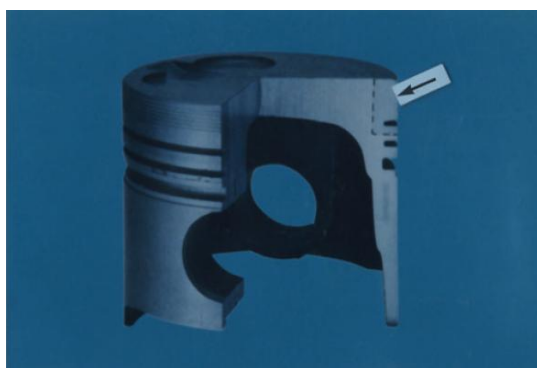
1. *Organik bog'lovchi asosidagi quruq sharoit uchun aralashmalar*
2. *Polimer bog'lovchili quruq aralashma*
3. *Polimer kleyli maxsus aralashma.*
4. *Polimer bog'lovchili oq rangli shpaklevka*
5. *Engil sementli styajka aralashmasi.*
6. *Sement asosidagi engil suvga bardoshli gruntovka*
7. *Sement asosidagi aralashma*

11–BOB. Kompozitsion materiallarni qo'llanilishi.

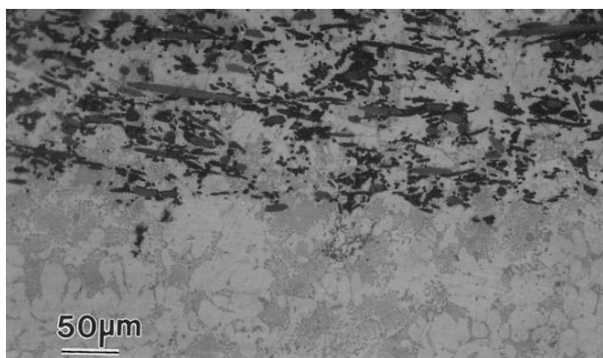
36-§ Kompozitsion materiallarni qurilish, mashinasozlik va texnikada qo'llanilishi.

Aerokosmik sanoat. Komponentning og'irligini kamaytirish aerokosmik sohada har qanday dastur uchun asosiy harakatlantiruvchi kuchdir. Masalan, Hubble teleskopida doimiy alyuminiy ishlatilgan, doimiy uglerod tolasi bilan mustahkamlangan, chunki bu kompozit material juda engil, yuqori egiluvchanlik moduliga ega, E va issiqlik kengayishining past koeffitsientiga ega. Metall matritsali kompozitlar uchun boshqa aerokosmik dasturlar almashtirish engil, ammo zaharli berilliyani o'z ichiga oladi. Masalan, Trident raketalarida (AQSh) beriliy SICP / Al kompozitlarida almashtirildi.

Avtomobilsozlik. KMM-ning avtomobil sohasidagi muhim dasturlaridan biri bu dizel pistonli kronlardir (Donomoto va boshqalar 1983). Ushbu dastur piston tojiga alumina yoki alumina + silika qisqa tolalarini qo'shishni o'z ichiga oladi. An'anaviy dizel dvigatelida nikel va quyma temirdan qilingan toj bilan Al-Si quyma qotishma pistoni mavjud. Nikel va quyma temirni alyuminiy matritsali kompozitsion bilan almashtirish engilroq, aşınmaya bardoshli va arzonroq mahsulotga olib keldi (83-rasm, Kompozit oq bilan ko'rsatilgan).



83-rasm. Metall-matritsali kompozitsion qo'shimchalar bilan quyma pistonning seksion ko'rinishi [Toyota Motor Co.].



84-rasm. Silindrning mikrostruktsiyasi, alyuminiy qotishmasi (pastki) va kompozitsiyaning alumina va uglerod tolalari bilan mustahkamlangan qismi (rasmning yuqori qismi).

Avtomobilsozlik sohasidagi boshqa dasturlar Honda Motor Co kompaniyasining Prelude modelida silindr yadrosi sifatida foydalanish uchun alyuminiy qotishma matritsasida uglerod tolalari va alumina tolalarini ishlatishni o'z ichiga oladi. 84-rasmda silindr yadrosining elektron mikroskopda olingan mikro tuzilishi tasviri keltirilgan, mustahkamlanmagan va mustahkamlangan qismlari chegarasi ko'rsatilgan.

Uzluksiz aluminiy tolalari. Aluminiy tolali kompozit (Nextel 610) elektr uzatish kabelini tayyorlash uchun ishlatiladi. Kabel Al-Zr simiga o'ralgan $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Al}$ kompozitdan iborat kompozit yadrosini tashkil etadi. Kompozit yadro yukning katta qismini ko'taradi, chunki u ancha yuqori qattiqlik va mustahkamlikka ega. Haqiqiy o'kazgichda bir nechta sinovlar o'tkazildi, ular orasida SAG kuchlanish harakati, tebranish charchoqlari, termal kengayish, chaqmoqqa qarshilik va elektr qarshilik. 85-rasmda ushbu kabelning tuzilishi an'naviy alyuminiy-po'latdan yasalgan simlarga qaraganda yuqori sarkma qarshilik bilan tavsiflanadi.



85-rasm. Quvvat kabeli yadrosining murakkab tuzilishi.

Iste'mol tovarlari.

- Temir-beton - eng qadimgi va sodda kompozit materiallardan biri
- Shisha va uglerod tolali baliq tutqichlari
- Shisha tolali qayiq korpuslari
- Avtomobil shinalari
- Metall kompozitlar

Sport anjomlari.

Sportda anjomlari ishonchli va mustaxkamligi bilan ajralib turadi (86-rasm): yuqori yutuqlar uchun yuqori kuch va past vazn talab etiladi. Bu holda maxsulot narxi katta rol o'ynamaydi.

- Velosipedlar
- Chang'i sporti uchun uskunalar - chana va chang'ilar
- Xokkey tayoqchalari va konki
- Kayaklar, kanoedalar va ularga eshkaklar
- Yengil avtomobillar va mototsikllar uchun tana qismlari



86-rasm. Murakkab materiallardan foydalanish.

Ajoyib misol tog' velosipedlarini ishlab chiqarishda Duralcan metall-matriksali kompozitlardan foydalanishni o'z ichiga oladi. AQShdagi velosiped kompaniyasi ushbu velosipedlarni taxminan 10% aluminiy oksidi zarralarini o'z ichiga olgan 6061 alyuminiy ekstruder trubka ramkalari bilan sotadi. Asosiy

afzallik - bu yuqori darajadagi qattiqlik va mustaxkamlik hisoblanadi. Hozirgi vaqtda yuqori mustaxkamlikga ega bo'lgan engil sport velosipedlar rama asoslari karbon tolalar bilan mustaxkamlashtirilgan kompozitlar asosida ishlab charilmoqda (86-rasm).

Tibbiyot. Tishlarni to'ldirish uchun qollaniladigan kompositsion materiallarga plastik matritsaga fosfat shisha zarralardan foydalanikadi. Bunda tayyorlangan plomba moddasi yuqori ishqalanishga chidamlilik bilan ajralib turadi.

Mashinasozlik. Mashinasozlikda kompozit materiallar ishqalanish yuzalarida himoya qoplamalarini yaratish uchun, shuningdek, ichki yonish dvigatellarining turli qismlarini (pistonlar, biriktiruvchi novlar) ishlab chiqarish uchun keng qo'llaniladi. Nonvibra TM savdo belgisi ostida Kawasaki Steel tomonidan tayyorlangan nonvibratsiya varag'i qatlamli qatlamning qiziqarli namunasidir. Ikkita metall qatlamlari o'rtasida nozik bir qatronlar plyonkasi yotqizilgan. Xromat qoplamasi metallning ichki yuzasiga qo'llaniladi. Xromat qoplamasi qatronlar va tashqi metall yuzasi orasidagi aloqani sementlashga yordam beradi. Bunday laminatlangan kompozitsiyalar shovqinni keng chastota diapazonida yo'q qiladi va 0-100 ° C harorat oralig'ida ishlatilishi mumkin. Ilovalarga misollar orasida yog konteynerlari, tovush izolyatsiya xonasi qoplamalari, asboblari paneli, pol panellari, elektr mashinalari va jihozlari, ofis va chakana uskunalarda qo'llanilgan kompozitlar boyicha misollar keltirilgan.



87-rasm. Kompozitlarning qurilish va texnikada qo'llanilishi.

KEYSLAR BANKI

1-KEYS

Toshkent shaxrida joylashgan “Kompozit” qo’shma korxonasida shisha tolalar turiga mansub bo’lgan bazalt tolasi ishlab chiqarilmoqda. Ishlab chiqarilayotgan bazalt tolasi ancha arzon va turli ko’rinishda ishlab chiqariladi: uzluksiz iplar - alohida tolalardan iborat; roving - parallel iplardan tashkil topgan; qisqa tolalar – ipdan yoki 5-50 mmli qisqa rovnitsadan iborat, bundan tashqari shishatola to’qima mato yoki to’qilmagan matlar ko’rinishida ham ishlab chiqariladi.

Shisha tola yoki bazalt tolasi bilan armirovka qilingan smolalar qurilishda va sanoatda keng qo’llaniladi. Ular **shishaplastik yoki GRP** deb nomlanadi: boshqa konstruksion materiallar qoplamalari sifatida, yoki yuk tashimaydigan devor panellari, strukturalarning tarkibiy qismlari, deraza ramalari, sisternalar, truba va truboprovodlar sifatida keng qo’llaniladi. 1960-chi yillardan boshlab lodkalar korpuslari shishaplastikdan ishlab chiqarilmoqda.

Kimyo sanoatida ham shishaplastiklar keng qo’llaniladi – rezervuarlar, truboprovod yoki texnologik tanklar sifatida. Bundan tashqari **shishaplastiklar (GRP)** temir yo’llari, avtomobil transporti, aerokosmik sanoatida ham o’z o’rnini topgan.

Ammo namlik shisha tolasining mustahkamligini keskin pasaytiradi. Bundan tashqari shisha tola vaqt davomida charchashga uchraydi: uzoq vaqt davomida doimiy kuchlanish ta’sir etgan holatda shisha tola tarkibida yoriqlar tez o’sishi namoyon etishi mumkin. Shuning uchun vaqt o’tish bilan shisha tolaning mexanik xossalari keskin pasayib boradi, ammo qisqa vaqt davomida mustahkamligi yaxshi xisoblanadi.

Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlari:

“Kompozit” qo’shma korxonasida ishlab chiqarish mahsulotlari turlarini kengaytirish maqsadida bazalt (shisha) tolasi asosida yangi mahsulot turlarini taklif eting. Bazalt (shisha)kompozitlarning qo’llanilish imkoniyatlarini cheklantiruvchi muammolarni aniqlang va ularni yechish yo’llarini belgilang. Bazalt (shisha) tolali kompozitlarning qo’llanilish sohalarini taklif eting. Keys yechimini jadval shaklida keltiring:

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Hal etish yo’llari	Qo’llanilish imkoniyatlari

2-KEYS

SHATTLE (AQSH) raketa-tashuvchining eshigi va korpusi uglerod tolali/epoksid smola kompozitidan tayyorlangan. Zamonaviy samoletlar, jumladan Boeing 787 (Dreamliner) fyuzelyaji va qanotlari uglerod tolasi / epoksid kompozitlardan tayyorlanib kelmoqda.

Bunday uglerod tolali/organik matritsali kompozitlar tan narxi qimmatligi bilan ajralib turadi (uglerod tolasini sintez qilish yuqori harorat va bosimlarni talab etadi).

Uglerod tolalari – yuqori mustahkamlik va mexanik xossalarni termik stabilligi bilan harakterlanadi; ular inert sharoitda sintetik organik tolalarni yuqori haroratda ishlov berish usuli yordamida olinadi (viskoza, poliakrilnitril); dastlabki xom ashyo turiga qarab turli uglerod tolalar olish mumkin: iplar, sim, mato, lenta, voylok.

Hozirgi vaqtda uglerod tolalarning narxi doimiy ravishda pasayib bormoqda, shuning uchun qo'llanilish sohalari ham kengayib bormoqda. Uglerod tolali kompozitlar texnologik jihozlar - turbina, kompressor, shamol tegirmonlari qanotlari, maxoviklar tayyorlashda; meditsinada esa – jihozlar va implantatlar (tizza sustavlari) tayyorlashda qo'llanilmoqda.

Demak, uglerod tolalari bilan mustahkamlashtirilgan uglerod tola/organik matritsali kompozit material yuqori fizik-kimyoviy xususiyatlarga ega.

Ammo uglerod tolalari bilan mustahkamlashtirilgan kompozit kuchli anizotropiyaga egaligi munosabati bilan uning xossalari turli yo'nalishlarda bir xil emasligi kelib chiqmoqda. Bu esa kompozitning meditsina va texnikada qo'llanilish imkoniyatlarini qisqartirmoqda. Iste'molchi tomonidan kompozitning anizotropiyasini kamaytirish kerakligi talab etildi.

Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar:

- Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablarni belgilang (individual va kichik guruhda).
- Kompozitning anizotropiyasini kamaytirish uchun bajariladigan ishlar ketma-ketligini belgilang (juftliklardagi ish). 8-9–ilovalardagi ma'lumotlardan foydalanishingiz mumkin.

3-KEYS

Shisha taraqqiyoti jamiyat taraqqiyoti bilan uzviy bog‘liq. Uning ko‘p xususiyatlari bor. Ayniqsa – shaffofligi hamda pishiqligidir. Shishadan turli xil uy ro‘zg‘or, bezak buyumlari, texnika asboblari, issiqlik va tovush izolyatsion materiallar yasaladi. Shishaning kashf etilishi turli-tuman shakllardagi butilkalar, har hil idishlar, vazalar, stakan, qadahlar qisqasi, turmush uchun zarur buyumlarni ko‘plab ishlab chiqarilishiga olib keldi.

Tabiiy shisha tarixi odamzod tarixidan katta. Vulqon otilishi, zilzila ro‘y berishi, momaqaldiroq gumbirlashi kabi tabiat hodisalari tabiiy shishalar-obsidian va yashin shishalarining hosil bo‘lishiga sababchi bo‘lgan.

Markaziy Osiyo mamlakatlarida ham shishasozlik qadimdan boshlangan. Uning taraqqiy yetgan davri o‘rta asrlarga to‘g‘ri keladi. Mashhur ensiklopedist olimlar Abu Rayhon Beruniy, Abu Ali ibn Sino, Abu Bakr Muhammad ibn Zakriyo ar-Roziy asarlarida keltirilgan ma’lumotlar shishasozlik texnikasi bu yerda qadimgi Misrdagiga nisbatan yuqoriroq saviyada olib borilganligidan dalolat beradi.

Yigirmanchi asr davomida O‘zbekistonda qator shisha korxonalari qurilib, ishga tushirildi. Shular jumlasiga Toshkent «Oniks» va «ASL OYNA» ishlab chiqarish birlashmasi kabi korxonalar kiradi. Bu korxonalarni ishga tushirish respublika ehtiyojlari uchun kerakli bo‘lgan shisha mahsulotlarini (Rasm) arzon va keng tarqalgan mahalliy xom ashyolar asosida ishlab chiqarish imkoniyatini berdi.





Shisha ishlab chiqarishda materiallar ikkita katta guruhga bo'linadi: shisha hosil qiluvchilar - ular qatoriga oltingugurt, selen, margimush, fosfor, uglerod kabi elementlar; SiO_2 , FeO_2 , B_2O_3 , P_2O_5 , As_2O_3 , BeF_2 kabi oksid va birikmalar.

Yakka holda shishasimon holatni hosil qila olmaydigan element, oksid va boshqa birikmalar modifikatorlar deb ataladi. Ularga TiO_2 , TeO_2 , SeO_2 , MoO_3 , SO_3 , Bi_2O_3 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O kabilar kiradi. Bunday oksid va birikmalar shisha hosil qiluvchilar ishtirokida osongina shishasimon holatni vujudga keltiradi. Ular ishtirokida shixtaning erish temperaturasi pasayadi. Lekin hosil bo'lgan amorf moddaning mexanikaviy va kimyoviy xususiyatlari ham biroz kamayadi.

Shixta tarkibiga kiruvchi komponentlar sonining oshishi shishasozlikda ijobiy rol o'ynaydi. Masalan, $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$, $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3$, $\text{MemO}_n-\text{P}_2\text{O}_5-\text{V}_2\text{O}_5$ kabi sistemalar asosida shisha oson hosil bo'ladi.

Silikat tarkibli sanoat shishalarida SiO_2 , CaO va Na_2O bilan bir qatorda MgO va Al_2O_3 ham qatnashadi. Magniy oksidi shishalarining kristallanishiga bo'lgan layoqatini biroz susaytiradi, alyuminiy oksidi esa ularning kimyoviy turg'unligini taminlashga xizmat qiladi. Shisha hosil qiluvchi va modifikatorlar ustida A.A. Appen ko'p tadqiqotlar olib borgan.

Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar:

Bu keys stadi usulida ko'zlangan maqsad – turli oksidlarning kompozitsion shisha materiallar yaratishdagi rolini o'rganish.

SiO_2 oksidi mineral sifatida qanday nomlanadi va faqat u asosida yakka tarkibli shisha material olish mumkin-mi?

SiO_2 oksidi asosida yakka tarkibli shisha material ishlab chiqarishdagi muammolarni aniqlang va yechimini taklif eting. Keys yechimini jadval shaklida keltiring:

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Hal etish yo'llari

4-KEYS

Texnika shishasining turi juda ko'p. Uning asosiy mahsulotlari qatoriga quyidagilarni ko'rsatish mumkin:

1. Kvars shishasi - shaffof va bo'g'iq bo'ladi. Kvars shishasini ishlab chiqarishda formulasi SiO_2 to'g'ri keladigan yuqori darajadagi toza tog' billuri yoki Kvars qumlaridan foydalanadi. Albatta, ular og'ir temirli minerallar, dala shpati, slyuda va tuproqdan tozalanishi zarur. Natijada boyigan tog' jinsining kimyoviy tarkibi SiO_2 foydasiga o'zgaradi va maydalangan zarrachalarning granulometrik tarkibi tuzatiladi. Ishlab chiqarishda qo'llanilayotgan xom-ashyo tarkibi quyidagicha bo'ladi: SiO_2 99.6-99.7; R_2O_3 - 0.15-0.30, shu jumladan Fe_2O_3 0.002-0.003; CaO 0.05-0.08; MgO 0.03-0.05; R_2O 0.01-0.02 va qizdirilgandagi yo'qotish 0.05-0.08%. Kvars shishasi o'ta yuqori termik va elektr bardoshligi bilan ajralib turadi.

2. Optika shishasi – optika asboblari qo'llanadigan kron, flint va boshqalar. Yengil kronlar - SiO_2 – 50-80 %, B_2O_3 – 10%, K_2O – 20% (bazalari 12 % F). Kronlar – bor-silikatli shishalar, ogir kronlar esa bor-kremniy va bariy oksidlari asosida sintez qilinadi.

3. Elektr vakuum va elektronika shishasi –radioelektronika sohasida zamonaviy asbob-uskunakarda keng qo'llaniladi. Asosan alyuminiy-bor-silikat sistemalar asosida ishlab chiqariladi. Yuqori texnologik va eksplutasion hossalari ega – kimyoviy bardoshligi, mexanik mustahkamligi, termik bardoshligi, yuqori dielektrik hossalari va vakuumga chidamligi. Elektron texnikasida B_2O_3 - PbO - ZnO , B_2O_3 - Al_2O_3 - ZnO , As-Fe-Se sistemasidagi shishalar (sitallotsementlar) ham keng qo'llaniladi. 4. Kimyoviy - laboratoriya shishasi - yupqa va yog'on shishalar, laboratoriya va ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi: kimyo, oziq-ovqat, medisina, farmasevtikada, laboratoriya va sanoat asboblari va h. Bu turdagi shishalar turli reagentlar ta'siriga kimyoviy bardoshligi, yuqori termik bardoshligi bilan ajralib turadi.

Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar:

- Kvars shishasini tara mahsulotlar (butilka va shisha bankalar) ishlab chiqarishda qo'llanilishi mumkin-mi? Sabablarini keltiring.
- Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablar va hal etish yo'llarini jadval asosida izohlang (individual va kichik guruhda).

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Hal etish yo'llari

5-KEYS

Asbestsement buyumlarni ishlab chiqarishda armatura sifatida xrizotil asbest ishlatiladi . Asbest tolasining uzunligi bo'yicha asbest 8 –ta navga bo'linadi : 1,2,3,4,5,6,7,8. Qanday qilib asbestning navi asbestsement buyumlarning mustahkamligiga ta'sir etadi

Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlari

Asbestsement buyumlarni ishlab chiqarishda qo'llanadigan asbest tolalarning navlari bo'yicha uzunligini aniqlab oling. Xrizotil asbestning asosiy vazifasini aniqlangva qanday uzunlikdagi asbestni ishlatish mumkinligini aniqlang

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Xal etish yo'llari	Qo'llanilish imkoniyatlari

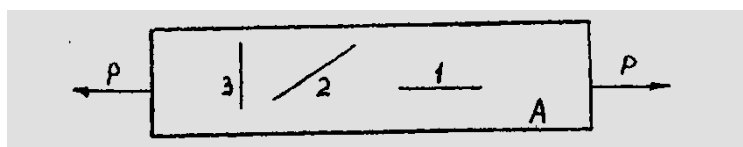
6-KEYS

Asbestsement buyumlar ishlab chiqarishda turboaralashtirgichda asbestsement suspensiyasi xosil bo'ladi. Bu aralashmada asbest tolalari uch hil yo'nalishda joylashadi. Asbest tolalarining qaysi yo'nalishda joylashashi k tayyor maxsulotning sifatiga katta ta'sir etadi

Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlari

Asbestsement buyumlar ishlab chiqarishda titilgan asbest va portlandsement turboaralashtirgichda asbestsement suspensiyasini xosil qiladi.1- Rasmga ko'ra asbest tolalarining yo'nalishi uch hil bo'ladi.Tolalarni qanday joylashtirish kerak yuqori sifatli maxsulot olish uchun, va qanday bu jarayon amalga oshiriladi.

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Xal etish yo'llari	Qo'llanilish imkoniyatlari



1-Rasm

7-KEYS

Xrizotil asbest tolali mineral, unga mexanik ishlov berilsau mayda tolachalarga ajralib ketadi. Qancha mayda tolachalarga ajralib ketsa, shuncha o'z yuzasiga ko'p sement zarrachalarini va minerallarni tortib oladi va bir hil suspensiyanı hosil qiladi. Xrizotil asbestni 2 bosqichda titishadi : 1-bosqich- begunda, 2-bosqich gidrotitqichda

Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlari

Asbestsement buyumlar ishlab chiqarishda xrizotil asbestni titishda qancha ko'p bosqichli titish jarayoni bo'lsa, shuncha uskunalar soni ko'payadi, texnologik jarayon murakkablashadi va x.q. Maxsulotning tan narxi oshadi. Bu masalani qanday usul bilan echish mumkin

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Xal etish yo'llari	Qo'llanilish imkoniyatlari

8-KEYS

Beton qurilish ob'ektining asosiy materiali xisoblanadi. Xozirgi kunda beton va temir-betonsiz qurilish soxasini tassavur etib bo'lmaydi. Uzoq muddatli kuzatuvlar ko'rsatishicha betonli va temir-betonli konstruksiyalarning chidamliligi yuqoriligi bilan katta axamiyat kasb etadi. Qurilish aralashmalaridan beton o'zining tarkibi va qo'llanilish o'zni bo'yicha bir-biridan farqlanadi

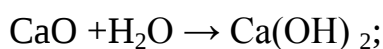
Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlari

Masalan fibrobetonlar. Fibrobetonlar dispers tolalar (fibra) bilan armirlangan bo'ladi. Fibrobeton yuqori mustaxkamlikka ega va yoriqlar paydo bo'lishiga yuqori darajada qarshilik qilish xususiyatiga ega. Bu turdagi beton asosida tayyorlangan maxsulotlarga armirovka setkalari va karskaslar qo'ymasdan xam shakllash mumkin, bu jarayonda texnologiyani soddalashtirish va mexnat sarfini kamaytirishga erishish mumkin. Armirovkalash uchun metal va nometall tolalardan foydalaniladi. Xrizotil asbestni ishlatish mumkinmi

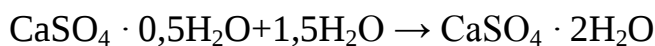
9-KEYS

Inson tomonidan ko'p davrlar mobaynida foydalanib kelinayotgan eng keng tarqalgan bog'lovchi materiallarning qotishini ta'minlovchi kimyoviy reaksiyalar tabiatini tahlil etadigan bo'lsak, bir umumiy xususiyatni belgilashimiz mumkin, ya'ni ushbu reaksiyalarning barchasi kislotali –asosli o'zaro ta'sir etuvchi reaksiyalar turiga taalluqlidir. Misol tariqasida sement toshi hosil bo'lishi bilan boruvchi insonning amaliy faoliyatida qo'llanib kelingan quyidagi reaksiyalarni ko'rsatish mumkin:

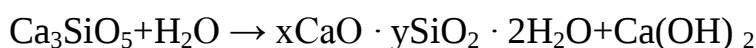
1) So'ndirilmagan ohakning qotishi:



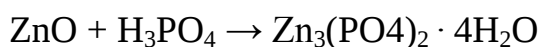
2) Qurilish gipsining qotishi:



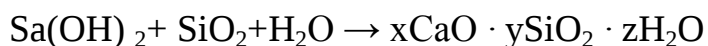
3) Portlandsement klinkeri minerallarining qotishi:



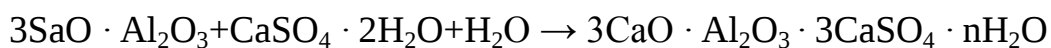
4) Tish sementlarining qotishi:



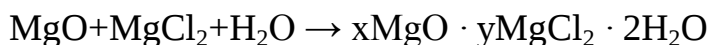
5) O hak – putssolan sementlarining qotishi:



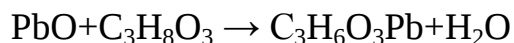
6) Portlandsement va kengayuvchi sementlarining qotishi:



7) Corel sement turi bo'yicha qotishi:



8) Qo'rg'oshin – glitserinli zamazka turi bo'yicha qotishi:



Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlari

Shunday qilib, bog'lovchi moddalar texnologiyasida asosiy ob'ekt bo'lib kukun – suyuqlik turidagi dispers sistemalar asosidagi kompozitsiyalar hisoblanadi, shuning uchun turli omillarni turli sun'iy tosh hosil bo'lishi bilan sodir bo'luvchi fizik-kimyoviy jarayonlarga ta'sirini aniqlang, muammo va echimini keltiring

GLOSSARIY

Termin	O'zbek tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
<i>Kompozitsion material</i>	Ishlab chiqarilgan, ikki yoki ko'proq fizikaviy va/yoki kimyoviy har xil bo'lgan, matritsa (interfeys) ichida tartibli joylashgan fazalardan tashkil topgan material.	It is manufactured, it consists of two or more physically and/or chemically distinct, suitably arranged or distributed phases with an interface separating them.
<i>Matritsa, interfeys</i>	Kompozitsion materialning bir butunligini ta'minlovchi bog'lovchi komponent	The binding material ensuring the integrity of the structure
<i>Matritsa materiallari</i>	Metall, keramika, polimer	Metal, ceramics, polymer
<i>Bog'lovchi materialning vazifasi</i>	Mahsulotga ma'lum geometrik shakl berib, kuchlanishlarni hajm bo'yicha bir xil taqsimlanishini ta'minlaydi va ma'lum mexanik xossani shakllantiradi, hamda armatura yoki qo'shimchalarni tashqi muhitdan saqlaydi.	Gives the material the necessary geometric shape, distributes the load evenly throughout the volume, keeps the armature or fillers from the effects of the environment
<i>Kompozitning mustahkamligini oshiradigan komponent</i>	Mustaxkamlashtiruvchi komponent, armirovka materiali, armatura	reinforcement material, reinforcement
<i>Nol-o'lchamli qo'shimchalar</i>	Ulchami uch yo'nalishda kichik bo'lgan qo'shimchalar - qum, mayda (kukun) donachalarga ega bo'lgan metallar, fosfatlar, shisha va loysimon mikrosfera shakldagi materiallar.	The dimensions of the reinforcing additive is very small in all 3 directions – the particles of sand, metal powders, phosphates, glasses, materials with forms of clay microspheres
<i>Bir o'lchamli qo'shimchalar</i>	Tolasimon to'ldiruvchilar, armatura elementlari, kalta tolali tabiiy materiallar -asbest,	Fiber shaped elements, fittings, short natural fiber materials-asbestos, plant

	o‘simlik materiallari, tolasimon kristallar (alyuminiy nitrid, berilliy oksidi, bor karbidi, kremniy nitridi), uzun tolali har xil organik birikmalar.	materials, fiber-shaped crystals (aluminum nitride, berilliy oxide, boron carbide, and silicon nitride), different length fiber of organic compounds.
<i>Ikki o‘lchamli to‘ldiruvchilar</i>	Lentalar, matolar, matlar, to‘rsimon elementlar.	Tapes, mats, fabrics, nets elements.
<i>Izotrop kompozitsion material</i>	Materiallarning xossalari hamma yo‘nalishda bir xil bulishi kerak.	Material properties in all directions are the same.
<i>Izotrop kompozitlardagi mustaklashtiruvchi komponent</i>	Dispers holdagi mustahkamlashtiruvchi komponentlar: mikro- va nanozarrachalar.	Dispersed reinforcing components: micro-and nanopowders.
<i>Anizotrop kompozitsion material</i>	Materiallarning turli yo‘nalishlardagi xossalari farq qiladi.	Material properties in all directions different
<i>Anizotrop kompozitlardagi mustaklashtiruvchi komponent</i>	Armatura sifatida tolalar, plastinkalar, matolar, to‘rlar ma’lum yo‘nalishda joylashtirilgan bo‘ladi.	As reinforcement in a particular order fibers, plates, fabrics, nets are arranged
<i>Poliarmirovka qilingan kompozitlar.</i>	Ikki va undan ko‘p turdagi mutaxkamlashtirish to‘ldirgichlari qo‘llanilgan kompozitsion materiallar.	Composite materials, reinforced by two or more types of reinforcers
<i>Dispers-mustahkamlashtirilgan kompozitsion materiallar</i>	Matritsa og‘irlik va mustahkamlikni ta’minlovchi asosiy element, dispers zarrachalarning ulchamlari 0,01...0,1 mkm	The matrix provides strength and weight, the particle size of 0,01... 0,1 μm
<i>Dispers-mustahkamlashtirilgan kompozitsion</i>	Izotrop xususiyatlarga ega material	Isotropic material

materiallar		
<i>Dispers- mustahkamlashti rilgan kompozitsion materiallarni ishlab chiqarish usullari</i>	Kukun metallurgiya usullari yoki suyuq metall tarkibiga quyish oldidan to'ldirgichlar qo'shish usullari yordamida ishlab chiqariladi.	Powder metallurgical methods, the method of adding additives to liquid metal before casting
<i>Kuydirilgan alyuminiy kukuni (SAP)</i>	Alyuminiy matritsasi va 18%gacha alyuminiy oksidi zarrachalaridan iborat bo'ladi	Consists of a matrix of aluminum with additions of up to 18% of particles of aluminum oxide
<i>Nikel asosida tayyorlangan kompozitlar</i>	Matritsa sifatida nikel va uning xrom bilan qotishmalari qo'llaniladi (xromning miqdori - 20%gacha), mustahkamlashtirish komponentlari - toriy va gafniy oksidlari.	As the matrix involved Nickel and its chromium alloy (chromium content up to 20%), reinforcing components – thorium and hafnium oxides
<i>Bor tolalari</i>	Yuqori mustahkamlik, qattqlik, yuqori haroratda buzilishga chidamli; 70...200 mkm diametriga ega; ular metallik va polimer matritsalani armirovka qilish uchun qo'llaniladi	Have high strength, hardness, are not destroyed at high temperature, diameter 70...2000 μm , are used for reinforcement of metal and polymer matrix
<i>Uglerod tolalari</i>	Yuqori mustahkamlikga ega, mexanik xossalari termik barqaror; alyuminiy va magniyni armirovka qilish uchun qo'llaniladi;	Have high strength, mechanical properties resistant to the temperatures; used for the reinforcement of aluminum and magnesium
<i>Keramik tolalar</i>	Oksid, nitrid, karbidlar asosida tayyorlanadi, yuqori qattqlik, mustahkamlik va termik barqarorlikga ega; alyuminiy va magniyni armirovka qilish uchun qo'llaniladi	Are made of oxides, nitrides, carbides; have high hardness, strength and heat resistance; used for the reinforcement of aluminum and magnesium

Shishatola	Mustahkamlik, termik bardoshlik, dielektrik xossalarga va past issiqlik o'tkazuvchanlikga ega; issiqlik izolyatsiya materiallar, konstruksion materiallar ishlab chiqarishda qo'llaniladi.	Have strength, heat resistance, dielectric properties and low thermal conductivity, used in the manufacture of insulating and structural materials
"E-glass" (E-shisha)	Elektrik tolalar belgilanadi, E-shisha yaxshi elektr izolyator, yaxshi mexanik va elastiklik moduliga ega	Electric fiber, E-glass is a good insulator, has good mechanical elastic properties
"S-glass" (S-shisha)	Korroziya turdagi tolalar belgilanadi, S-shisha yuqori kimyoviy korroziyaga bardoshligi bilan tavsiflanadi;	Corrosion fiber, S-glass has high chemical resistance
"S-glass" (S-shisha)	Eng yuqori termik va olovbardoshlikga ega shishalar	Have the highest temperature resistance and refractoriness
Kevlar-29 aramid tolasi	Kanatlar, kabellar, qoplamali matolar, arxitektura matolari va ballistik himoya matolari - bronejiletlar ishlab chiqarishda qo'llaniladi	Used in the manufacture of ropes, cables, protection fabrics, architectural fabrics and fabrics for ballistic protection of body - armor
Getinaks	Qatlamli kompozit, tarkibida qog'oz va smola mavjud (fenoloformaldegid yoki b.).	Layered composite, composed of paper and resin (phenol formaldehyde, etc.)
Yog'och-qatlamli plastiklar (DSP)	Fenoloformaldegid va krezoloformaldegid smola matritsasi/yog'och shponidan iboratdir.	Consists of phenolformaldehyde and cresol formaldehyde resin/veneer
Matritsa	Materialning butun jaxmi bo'yicha uzluksiz joylashgan komponent ataladi.	Component located continuously throughout the volume of the material
Armirovka komponentlari	Konstruksion kompozitlarda asosan kerakli mexanik xususiyatlarni (mustahkamlik, qattiqlik va b.) ta'minlaydi	Provide in composite materials the necessary mechanical properties

		(strength, hardness, etc.)
<i>Termoreaktiv polimerlar</i>	Polimer zanjiri hosil bo'layotganda qotish reaksiyasi ham sodir bo'ladi. Bu reaksiyalar maxsus kimyoviy moddalar ta'sirida, yoki issiqlik va bosim ta'sirida, yoki monomerlarga elektronlar oqimini ta'sir etish natijasida sodir bo'ladi.	During the formation of the polymer chain occurs in the hardening reaction. The hardening reaction can be initiated using the appropriate chemicals or by applying heat and pressure, or by exposure to a monomer to an electron beam.
<i>Termoplastlar</i>	Polimerlar temperatura va bosim ta'sirida oquvchanlik ega bo'ladilar va issiqlik ta'sirida yumshoq yoki plastik holatga o'tadilar. Xona haroratigacha sovutilganda bunday polimerlar ham qotadi.	Polymers that flow when exposed to temperature and pressure, i.e., they soften or become plastic when heated. After cooling to room temperature, the thermoplastic solidifies.
<i>Polimer matritsali kompozitlar</i>	Tayerlashda asosan poliefir, epoksid yoki fenoloformaldegid bog'lovchilar qo'llaniladi, bular qotgan holatda yetarli mustahkamlikga ega.	For the manufacture of polymer - matrix composites most commonly used polyester, epoxy or phenol-formaldehyde binder, as the most efficient, with reasonably high strength properties in the cured state
<i>Termoplastik polimerlar</i>	Harorat ta'sirida yumshaydigan yoki eriydigan polimerlar, bu turga past va yuqori zichlikdagi polietilen, polistirol va polimetilmetakrilatlar kiradi.	Polymers that soften or melt when heated; examples include polyethylene low and high density, polystyrene and polymethylmethacrylate.
<i>Polimerlarning olovbardoshligi</i>	Qo'yidagilarga bog'liq bo'ladi: olov tarqalish maydoni, yoqilg'ini ta'siri va kislorod indeksi.	Depends on the surface flame spread and penetration of fuel and oxygen index.

Kislorod indeksi (LOI)	Yonish davom etish uchun zarur bo'lgan kislorodning minimal qiymatini belgilaydi.	The minimum amount of oxygen that will support combustion.
Polimer matritsali kompozitlarda termoplastik matritsalar	Polipropilen, neylon, termoplastik poliefirlar (PET, PBT) va polikarbonatlar, poliamid imid, polifenilensulfid (PFS), poliarilsulfon (polyarylsulfone) va poliefir-efirketon ketonlardir (PEEK).	Polypropylene, nylon, thermoplastic polesters (PET, PBT), and polycarbonates, polyamide imide, Polyphenylene sulfide (PPS), polyarylsulfone (polyarylsulfone) and polester-etherketone ketone (PEEK).
Metallar kristall singoniyalari	Asosan 3 ta kristall singoniyalarda kristallanadi: • yonlari markazlashgan kubik (GSK) • hajmi –markazlashgan kubik (OTSK) • oltiburchakli zich upakovka qilingan (HCP)	Most often, one of the following three crystalline forms: • face-centered cubic (FCC) • body-centered cubic (BCC) • Hexagonal close-Packed (HCP)
Metall matritsali kompozitlarning turlari	3 turi mavjud: • Dispers-mustahkamlashtirilgan MMK • qisqa tola va mo'ylovlar bilan armirovka qilingan MMK • uzluksiz tola va listlar ilan armirovka qilingan MMK.	• particle-reinforced MMCs • MMCs reinforced with short fibers or whiskers • MMCs reinforced with continuous fibre or sheet reinforced MMCs
Evtektik kompozitsion materiallar	Evtektik tarkibli kompozitlar, mustahkamlashtiruvchi faza sifatida massa tarkibida yo'naltirilgan kristallizatsiya jarayonlari natijasida hosil bo'lgan kristallar xizmat qiladi.	Alloys of eutectic composition, in which the reinforcing phase are oriented crystals, which are formed by directional solidification.
Shishakeramik materilalar	Hajm bo'yicha 95-98 foizi kristall fazadan, qolgan qismi esa shisha fazadan iborat bo'ladi. Kristall faza o'ta nozik (zarrachalar diametri 100	They form a sort of composite material, as they consist by volume of 95-98% crystalline phase, and the rest submitted to the

	nmdan kichik) strukturaga ega.	glassy phase. Crystalline phase is very fine (grain size less than 100 nm in diameter).
Keramika	Grekcha keramike (yunoncha keramos) – tuproq	From ancient Greek (keramos) - clay
Keramika materiali	Tabiiy tuproq yoki tuproq bilan turli minerallar aralashmasidan hosil qilingan loyni pishitib, quyib, quritib va keyin qattiq qizdirib hosil qilingan mahsulot	The product of high temperature calcination of a mixture of natural clay and other minerals
Shisha	Kimyoviy tarkib va qotish temperaturasiga bog‘liqsiz ravishda yuqori harorat ta’sirida hosil qilingan eritmani o‘ta sovitish orqali olinadigan qattiq jismlarning hossalarni qabul qilinadigan barcha amorf jismlar.	Amorphous solids obtained by quenching the melt irrespective of the chemical composition and the solidification temperature.
Olovbardosh buyum	Keramika texnologiyasi bo‘yicha ishlab chiqarilgan, o‘txona va pechlar qurishda ishlatiladigan, olovbardoshligi 1580°S dan kam bo‘lmagan keramika buyumi.	The product obtained by ceramic technology and used in the furnaces and high temperature furnaces construction, it’s fire resistance not less than 1580°C
Texnika keramikasi buyumi	Keramika texnologiyasi asosida yasalgan o‘tkazgich, yarim o‘tkazgich, izolyator, maxsus xossali (magnit, optik, elektrik) buyum va boshqalar	A conductor, semiconductor, insulator or a product with special properties (magnetic, optical, electrical) obtained by ceramic technology.
Keramika matritsali kompozitlar ishlab chiqarishda issiq	Bir vaqtning o‘zida matritsaga yuqori harorat va bosimni ta’sir etish natijasida zich strukturali, g‘ovaksiz va mayda zarrachali kompozitsiya hosil bo‘ladi.	The simultaneous application of pressure and high temperature can accelerate the rate of densification and allows to

<i>presslash jarayoni</i>		obtain non-porous and fine-grained structure.
<i>Kermetlar</i>	Metall zarrachalar bilan mustahkamlashtirilgan keramika yuqori mexanik mustahkamlik, issiklik zarbga bardoshligi, yuqori issiqlik o'tkazuvchanlikga ega.	Reinforcement of ceramic dispersed metal particles leads to new materials (cermet) with increased resistance, resistance relative to thermal shock, high thermal conductivity.
<i>Kermetlar qo'llanilish sohalari</i>	Yuqori haroratli kermetlar asosida gaz turbinalar detallari, elektr pechlar armaturasi, raketa va reaktiv texnika detallari tayyorlanadi. Qattiq ishqalanishga chidamli kermetlar qirqish instrumentlari va detallari tayyorlashda keng qo'llaniladi.	High temperature cermets used to make parts for gas turbines, valves furnaces, parts for rocket and jet technology. Hard ware resistant cermets are used to manufacture the cutting tools and parts.
<i>Sirt aktiv moddalar</i>	klinker eritmalarining qovushqoqligini kamaytiruvchi moddalar	Substances that reduce the viscosity of the clinker solution
<i>Portlandsement markasi</i>	28 sutka suvda saklangan 4x4x16sm namunalarning mustaxkamligi	The strength of samples of size 4x4x16 cm, stored in water for 28 days
<i>Komponentlar</i>	sistemadan ajratib olinganda mustaqil mavjud bo'la oladigan moddalar	Substances isolated from systems can independently be in system Substances isolated from systems can independently be in system
<i>Qurilish aralashmasi-</i>	bog'lovchi material, mayda tuyilgan to'ldiruvchi materialni suv bilan qorilganda qotadigan aralashmaga aytiladi.	It is an astringent that hardens when mixed with finely ground filler and water.
<i>Oxak-qumli aralashma</i>	g'isht yuzasiga nisbatan oson yopishadigan, atrof-muxitdagi xavoda, xamda namlik o'zgarganda xajmi kam	This is a mortar when applied to the surface of a brick, its volume in air and humid environments varies

	o'zgaruvchan qurilish aralashmasi.	slightly. This is a mortar when applied to the surface of a brick, its volume in air and humid environments
Sement-oxakli aralashma	tez qotadigan, mustaxkam va suvga chidamli shtukaturkalarni olish uchun mo'ljallangan qurilish aralashmasi.	It is a quick-hardening, water-resistant mixture used as a plaster
Portlandsementning mineralogik tarkibi	uning tarkibidagi asosiy birikmalar – klinker, gips va qo'shimchalarning miqdori xisoblanadi.	It consists of the main compounds - the content of clinker, gypsum and additives
Portlandsement klinkeri gidratatsiyasi	issiqlik yutilishi bilan kechadigan jarayondir.	- process followed with heat
Shlakli portlandsement	Portlandsement klinkeri bilan donador shlakni birga tuyishdan xosil bo'lgan bog'lovchi moddaga aytiladi.	This substance is obtained by the joint grinding of clinker with grain slag
Alyuminatli sementlar	tarkibidagi Al_2O_3 miqdoriga ko'ra-Glinozemli sement -GS ($Al_2O_3 > 35\%$), yuqori glinozemli sement VGS ($Al_2O_3 > 60-80\%$) turlarga bo'linadi.	This is a cement as part of which Al_2O_3 distinguish types: aluminous cement -GS ($Al_2O_3 > 35\%$), high alumina -GS ($Al_2O_3 > 35\%$),
So'ndirilgan oxak	$Ca(OH)_2$ dan iborat bo'lib, u xamirsimon oxak va bog'lanmagan suvni tashkil etadi.	This is $Ca(OH)_2$ having in its composition pasty lime and unbound water.
Kalsiy oksidining gidratatsiyasi	qaytar reaksiya bo'lib, uning yo'nalishi atrof-muxitning xarorati va undagi bug'larining bosimiga bog'liqdir	This is a reversible reaction depending on the ambient temperature and vapor pressure
Oxakning xossalriga ta'sir ko'rsatuvchi aralashmalar	Oxaktosh tarkibidagi mavjud tuproq, magniy karbonati, kvars va boshqa aralashmalar katta ta'sir ko'rsatadi	clay, magnesium carbonate, quartz, present in the composition of limestone have a great influence on

		the properties of limestone
To'ldiruvchi materiallar	tabiiy minerallar va sun'iy ravishda tayyorlangan aniq granulometrik tarkibga ega bo'lgan materiallardir.	This material is composed of natural and artificial minerals of a specific particle size distribution
To'ldiruvchilarning donadorlik tarkibi	standart elaklar yig'masidan o'tkazilib aniqlanadigan o'lcham.	This is the particle size
Mayda fraksiyalik to'ldiruvchilar	ularning donachalarini o'lchami 0,16 mm gacha bo'ladigan xom-ashyo materiallaridir.	These are raw materials, particle size up to 0.16 mm
Suvni kamaytiruvchi qo'shimchalarning vazifasi	Aralashmaning suv talabchanligini 20-30% gacha kamaytiradi.	Water demand is reduced by 20-30%
Mustahkamlik	ma'lum bir sharoitda materialga berilgan tashqi kuchni o'z shaklini buzmaganda xolda saqlab qolish xususiyati xisoblanadi.	Under certain conditions, the material affects the external force, while the material retains its appearance and properties
Sement xamiridan suv ajralishi	tayyorlangan sement xamiridan, qorishmadan yoki betondan suvni ajralish jarayoni sement zarrachalari va to'ldiruvchi materiallarni zarrachalarining og'irlik kuchi ta'sirida yuzaga keladi.	the release of water from cement paste or concrete occurs due to the gravity of the particles of the mixture
Sement	kukunsimon noorganik sunniy yog'lovchi materiallarning yg'ma nomi, asosan gidravlik materiallar suv va tuzlar eritmasi bilan birlashgan holda qovushqoqli massani xosil qiladi, vaqt o'tgan sari massa qotadi va mustahkam toshga aylanadi .	Finely ground inorganic artificial material, when mixed with water and salt solutions form a viscous
Sement toshi	sementning gidratatsiya va gidroliz reaksiyalari natijasida hosil bo'ladigan material	Material derived from hydration and hydrolysis reactions

ADABIYOTLAR

1. Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012. -98-101, 249-306 p.
2. Morgan P. Carbon fibers and their composites / Morgan P. - Boca Raton: Taylor & Francis, 2005. Materials engineering; vol.27. - ISBN 0-8247-0983-7. 1153 p.
3. D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, UK, 2012. -319-350 p.
4. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 655-660 p.
5. [L.Fiocco](#), [Z.Babakhanova](#), [E.Bernardo](#). Facile obtainment of luminescent glass-ceramics by direct firing of a preceramic polymer and oxide fillers. Ceramics International Journal. Available online 10 February 2016. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884216000833>
6. З.А.Бабаханова, М.Х.Арипова. Кремний-органик бирикмалар асосида техник керамика материаллар синтези. Узбек кимё журнали. 2015, №3, 16-21 б.
7. Enrico Bernardo, Laura Fiocco, Giulio Parcianello, Enrico Storti, Paolo Colombo.Advanced Ceramics from Preceramic Polymers Modified at the Nano-Scale: A Review. Materials 2014, 7, 1927-1956 p.; doi:10.3390/ma7031927.
8. Тялина Л.Н., Минаев А.М., Пручкин В.А. Новые композиционные материалы. Учебное пособие. Тамбов: ГОУ ВПО ТГТУ, 2011.-5-25 с.
9. Шевченко А.А. Физикохимия и механика композиционных материалов. – М. : Профессия, 2010. – 140-170 с.
10. Ashby, M. F. Materials selection in mechanical design, 3rd edition. Elsevier, 2005.
11. Iskandarova M.,Mukhamedbayeva Z.A. T.A.Otaqo'ziyev, Atabaev F.B., Aripova B.H. Hrizotilrsement buyumlari ishlab chiqarish

tehnologiyasi. Navruz nashriyoti. 2017. 167 b.

12. Carter C. Barry, Norton M. Grant. Ceramic materials. Science and Engineering. Springer, 2007. -716 p. ISBN: 0387462708.

13. Мухамедбаева З.А., Арипова Б.Х., Адинаев Х. Композиционные материалы на основе местного сырья и отходов производства. Монография. (LAP LAMBERT Academic.). Publishing house: 2018-07-18, p.112. <https://www.lap-publishing.com/>

14. Effect of Waste Polymer Additives on the Properties of Acid Resistant Composites. M Hojamberdiev, Z Muhamedbaeva... - ... University Journal, 2008 [PDF] [gazi.edu.tr . https://scholar.google.ru/schhp](https://scholar.google.ru/schhp)

15. Research into the Kinetics and Hardening Processes of Cement on the Basis of Liquid Glass. Muhamedbaeva Z.A., Julchieva S.B., Aripova B.A., Hujamberdiev M.I. InterCeram: International Ceramic Review. 2005. T. 54. № 1. C. 29-31.

16. Use of Natural and Thermally Activated Porphyrite in Cement Production. Hojamberdiev M., Muhamedbaeva Z., Madhusoodana C.D. Construction and Building Materials. 2009. T. 23. № 8. C. 2757-2762. [https://scholar.google.ru/schhp\[PDF\]](https://scholar.google.ru/schhp[PDF]) gazi.edu.tr

17. Ceramic Materials.Engineering Materials 2An Introduction to Microstructures, Processing and DesignThird Edition.Michael F. Ashby.and.David R. H. Jones Department of Engineering, Cambridge University,ringan.2007.716

18. Gualtieri A.F., Gualtieri M.F., Tonelli M. In situ ESEM study of the thermal decomposition of chrysotile asbestos in view of safe recycling of the transformation product. J.Hazardous Mater. 2008.156. № 1-3. -p. 260-266.

19. Inter-Univ. Research Inst. National Inst. Natural Sciences, Kubota Matsushitadenko Exterior Works, Ltd, Sato Motoyasu, Sanj Yoshifumi, Matsui Kenichi, Koizumi Masashi, Morita Takashi. Method for modification of asbestos. Zayavka 1946857 EPV, MPK V 09 V 3/00 (2006.01), N 05 V 6/74 (2006.01). № 0680298.7. Zayavl. 20.09.2006; Opubl. 23.07.2008

20. Тейлор Х. Химия цемента.Пер. с англ.-М.:Мир,1996.-560с.,ил.ИСБН

5-03-002731-9.

21.Кузнецова Т.В., Ниязбекова Р.К., Бишимбаев К.У., Элеусова А.М. Контроль качества асбеста и улучшение его технологических свойств. Междунар.науч.-практ. конф. «Высокотемпературные технологии в 21 веке». -М.:РХТУ.2008.-С.520-523.

22.Нейман С.М. Актуальные задачи асбестоцементной промышленности и пути их решения. Строительные материалы.2007.№3.-С.34-47.

23.Наумова Л.Н., Везенцев А.И., Павленко В.И., Нейман С.М. Повышение качества асбестоцементных изделий на основе модифицированного хризотила. Белгород: БГТУ. 2010, 136с., ил. Библ. 176.

24.<http://www.books.elsevier.com>

25.Butman, M.F., Smirnov, A.A., Kudin, L.S., and Munir, Z.A. (2000) “Determination of the sign of the intrinsic surface charge in alkali halides from ionic sublimation measurements,” Surf. Sci. 458, 106. Using an electric field to study ion vaporization.

26.Clarke, D.R. and Levi, C.G. (Materials design for the next generation of thermal barrier coatings,” Annu. Rev. Mater. 2003) Res. 33, 383.

27. Ashby, M. F. and Johnson, K. Materials and design – the art and science of material selection in product design. Elsevier, 2002.

28. Мухамедбаева З.А., Арипова Б.Х., Турсунов З. Физико-химические исследования сырьевых материалов для получения кислотостойких композиций. Узбекский научно-технический и производственный журнал «Композиционные материалы» №4, 2015. с. 41-44.

29 .<http://www.ziyonet.uz>

30.www.bilimdon.uz

31.www.ref.uz

32.<http://www.texhology.ru>

33.www.ximik.ru – Ximicheskaya ensiklopediya.

34 <http://www.iconstel.net>

35.http://dx.doi.org/10.1002%2F14356007.a05_489.pub2



Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Ceramics International 40 (2014) 1029–1035

CERAMICS
INTERNATIONAL

www.elsevier.com/locate/ceramint

Novel akermanite-based bioceramics from preceramic polymers and oxide fillers

Enrico Bernardo^{a,*}, Jean-François Carlotti^a, Pedro Mendanha Dias^a, Laura Fiocco^a,
Paolo Colombo^{a,b},
Laura Treccani^c, Ulrike Hess^c, Kurosch Rezwan^c

^aDipartimento di Ingegneria Industriale, University of Padova, Italy

^bDepartment of Materials Science and Engineering, The Pennsylvania State University, USA

^cAdvanced Ceramics Group, Faculty of Production Engineering, University of Bremen, Germany

Received 19 April 2013; received in revised form 6 June 2013; accepted 26 June 2013

Available online 2 July 2013

Abstract

Akermanite ($\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$) ceramics have been successfully prepared by a novel approach, consisting of the heat treatment of silicone resins embedding MgO and CaO precursors, in the form of micro- and nano-sized particles, that act as reactive fillers. Phase purity was promoted by the use of nano-sized particles or by secondary additives, such as sodium borate. The use of hydroxyapatite as additional filler allowed the fabrication of monoliths with good specific mechanical properties, although with a complex phase assemblage. Sodium borate, besides favoring the crystallization of the desired silicate, promoted a substantial and homogeneous foaming of polymer/filler mixtures, leading to akermanite foams possessing good compressive strength.

© 2013 Elsevier Ltd and Techna Group S.r.l. All rights reserved.

Keywords: B. Porosity; D. Silicate; E. Biomedical applications; Polymer-derived ceramics

1. Introduction

The CaO–SiO₂ system has been widely demonstrated to provide excellent biomaterials, in the form of glasses (bioglasses [1]), glass-ceramics (e.g. wollastonite–apatite glass-ceramics [2]) and polycrystalline ceramics (e.g. wollastonite polymorphs, di-calcium silicate etc. [3–5]). The investigations concerning the most recent bioceramics, however, have underlined the possible improvements in bone-like apatite-formation ability and bioactivity associated with the presence of additional oxides [6].

MgO has been always recognized as a key secondary oxide in bioceramics, being already present in the formulation for wollastonite-based glass-ceramics [2] and some bioglasses [1]. Another interesting contribution of this oxide concerns the formation of new phases, i.e. Ca–Mg silicates, in polycrystalline ceramics, which are the object of a growing interest by researchers [7–12].

Akermanite, $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ (or $2\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$), is the most reported bioactive Ca–Mg silicate, together with diopside ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$, or $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$). Compared to those based on wollastonite, ceramics based on Ca–Mg silicates are generally stronger and are subjected to a slower degradation in body fluids; in addition, the ionic products may stimulate cell proliferation [9].

In the present work, akermanite ceramics are fabricated following a novel approach, based on silicone resins, filled with micro- or nano-sized oxide particles [13]. According to this method, the fillers directly react with the product of oxidative decomposition of the resins, consisting of amorphous silica, possessing a particularly defective network and consequently prone to very favorable reaction kinetics. A distinctive feature of preceramic polymers, including silicones, is that a component may be shaped in the polymeric form using plastic forming technologies and later converted into a ceramic; applied to silicones embedding CaO precursors (mainly CaCO_3) this concept has already led to several examples of wollastonite cellular ceramics, including 3D scaffolds [14]. In the case of akermanite, we will show firstly the conditions

*Corresponding author.

E-mail address: enrico.bernardo@unipd.it (E. Bernardo).

for the synthesis of the desired phase in condition of high purity and relatively low processing temperature and secondly the fabrication of highly porous components through the use of fillers able to perform a double role, i.e. they both react with the silicone residue to give the desired crystalline phases and act as foaming agents.

2. Materials and Methods

2.1. Materials

Two commercially available silicones, MK and H62C (Wacker-Chemie GmbH, Munich, Germany) were used as silica sources. MK is a powder, while H62C is a highly viscous liquid. The polymers were first dissolved in isopropanol and then mixed with micro- and nano-sized fillers, consisting of CaO and MgO precursors (primary fillers). CaO was provided by CaCO_3 , in form of microparticles ($< 10 \mu\text{m}$, Sigma Aldrich, Gillingham, UK) or nanoparticles (PlasmaChem, Berlin, Germany, 90 nm), whereas MgO came from $\text{Mg}(\text{OH})_2$ microparticles ($< 10 \mu\text{m}$, Industrie Bitossi, Vinci, Italy) or MgO nanoparticles (Inframat Advanced Materials, Manchester, CT, USA, 30 nm). Selected formulations comprised also hydroxyapatite (later referred to as HAp; P260 S, Plasma Biotel Ltd, Tideswell, UK, $d_{50} = 3 \mu\text{m}$) and borax (sodium borate decahydrate, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, Normapur Prolabo, France) microparticles. The balance among the most important constituents (silicones/CaO precursor/MgO precursor) followed the stoichiometric $\text{SiO}_2/\text{CaO}/\text{MgO}$ molar proportions of akermanite (i.e. $\text{SiO}_2/\text{CaO}/\text{MgO} = 2/2/1$). Isopropanol was used in an amount of 20 ml for every 10 g of starting materials.

The mixing was performed under magnetic stirring, followed by ultrasonication for 10 min, which allowed to obtain stable and homogeneous dispersions, later cast in large glass containers and left to dry overnight at 80°C .

2.2. Preparation of monoliths and foams

Monoliths were prepared using both polymers as silica source. More precisely, 50 wt% of SiO_2 was due to MK, 50 wt% to H62C; given the relative silica yield (0.84 for MK,

0.58 for H62C), the polymers were used in the weight proportion $\text{MK}/\text{H62C} = 2/3$. This solution for silica precursors was chosen after preliminary experiments concerning other silicates and aluminosilicates, such as wollastonite and cordierite [14,15]. Besides CaO and MgO precursors, some samples featured HAp as additional filler, in an amount ranging from 25 to 75 wt%. After drying at 80°C in a glass container, the silicone/filler mixtures were heated at 200°C (in order to favor the cross-linking of H62C, in analogy with previous experiences [15]), for 1 h, and then manually ground into fine powders by pestle and mortar. The powders were cold-pressed in a cylindrical steel die applying a pressure of 40 MPa for 2 min, without using any binder. Disc specimens with a diameter of 20 mm and thickness of approximately 1 mm were obtained and heat treated at 900 – 1100°C for 1 h; the heating rate was $2^\circ\text{C}/\text{min}$. For a selected formulation, the powders were pressed into a tile with dimensions of approximately $50 \text{ mm} \times 35 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$, by using a bigger die. After ceramization, the tile was cut into small beams of approximately $43 \text{ mm} \times 3 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$, later polished and chamfered, up to a $5 \mu\text{m}$ finish, by using diamond tools.

Foams were prepared by using only the H62C polymer, to which $\text{Mg}(\text{OH})_2$ micro-particles, CaCO_3 micro- or nano-sized particles, and borax (5 and 15 wt% of the theoretical ceramic yield of the other components) were added. The use of H62C as the only silica source was aimed at maximizing the rheological behavior of the mixtures (in turn due to the fact that H62C is liquid at room temperature) [15]. After first drying at 80°C , the H62C-based mixtures were in the form of thick pastes, later manually transferred into Al molds, where they were subjected to a treatment at 350°C in air (direct insertion of samples in oven), for 30 min, which enabled to stabilize the bubbles caused by water release (from Mg hydroxide and borax). During the treatment, complete crosslinking of the preceramic precursors was also achieved. This treatment replaced the cross-linking cycle at 200°C , previously applied to mixtures based on both MK and H62C. After removal from the Al molds, samples were fired at 1100°C for 1 h in air ($2^\circ\text{C}/\text{min}$ heating rate). Cylindrical samples, with diameter of 10 mm and height of 7–8 mm, were obtained from the fired foams, by manual polishing (with diamond tools).

Table 1
Summary of conditions for sample preparation.

Type	Silica precursor	Primary fillers (CaO and MgO precursors)	Secondary filler	Firing temperature ($^\circ\text{C}$)	Expected crystal phases
Akermanite monoliths	MK/H62C	Micro- CaCO_3 , Micro- $\text{Mg}(\text{OH})_2$	None	900	Akermanite
		Nano- CaCO_3 , Nano-MgO		1000 1100	
Akermanite/HAp composite monoliths	MK/H62C	Nano- CaCO_3 , Nano-MgO	HAp (25–75 wt%)*	900 1100	Akermanite+HAp
Akermanite foams	H62C	Nano- CaCO_3 Micro- $\text{Mg}(\text{OH})_2$	None	1100	Akermanite
			Borax (5–15 wt%)*		
		Micro- CaCO_3 , Micro- $\text{Mg}(\text{OH})_2$	Borax (5 wt%)*		

*Amounts referred to the theoretical ceramic yield of the silicone/primary fillers mixtures.

Table 1 summarizes the conditions for the preparation of samples, in both monolithic and cellular form.

2.3. Characterization

The density of discs and foams was determined geometrically and by weighing using a digital balance. The true density of the various samples was measured by means of a gas pycnometer (Micromeritics AccuPyc 1330, Norcross, GA), operating with He gas on samples in powdered form. Microstructural characterizations were performed by optical stereomicroscopy and scanning electron microscopy (FEI Quanta 200 ESEM, Eindhoven, The Netherlands) equipped with EDS.

The crystalline phase identification was performed by means of X-ray diffraction (XRD; Bruker AXS D8 Advance, Bruker, Germany), supported by data from PDF-2 database (ICDD-International Centre for Diffraction Data, Newtown Square, PA) and Match! program package (Crystal Impact GbR, Bonn, Germany).

The elastic modulus of akermanite/HAp composites was determined by subjecting the previously mentioned small beams to non-destructive dynamic resonance testing (Grindosonic, Leuven, Belgium). The bending strength of monolithic samples and the crushing strength of foams were measured at room temperature, by means of an Instron 1121 UTM (Instron Danvers, MA) operating with a cross-head speed of 1 mm/min. Bending tests were conducted in the 4-point configuration (40 mm outer span, 20 mm inner span). Each data point represents the average value of 5–10 individual tests.

3. Results and discussion

3.1. Synthesis of akermanite ceramics

Fig. 1 confirms the possibility to obtain akermanite ceramics exploiting the reactions between the ceramic residue from silicones and fillers. Considering the absence of an evident amorphous halo in all patterns, the total degree of crystallization was reputed to be remarkable already after the heat treatment at 900 °C. However, the yield of the desired silicate was strongly affected by the processing temperature and the size of the fillers. More precisely, as already found in previous investigations on wollastonite [13], the use of nano-sized particle fillers led to the formation of akermanite (PDF#87-0047) already at 900 °C, while a higher processing temperature was required when using micro-sized fillers of the same composition. Samples fired at 1000 °C did not show any significant difference with respect to the ones fired at 900 °C in terms of crystalline phase assemblage and overall peak intensity. At 1100 °C, akermanite was the main crystal phase in all samples, but the sample from micro-sized fillers contained more impurities (see the relative height of characteristic peaks), in the form of secondary silicates, such as wollastonite (β - CaSiO_3 , PDF#84-0655) and merwinite ($\text{Ca}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8$ i.e. $3\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$, PDF#35-0591). The sample from micro-sized fillers also contained traces of unreacted MgO (periclase, PDF#87-0653). From the semiquantitative X-ray diffraction analysis provided by the Match! program package, we can say that the final phase assemblage at 1100 °C for

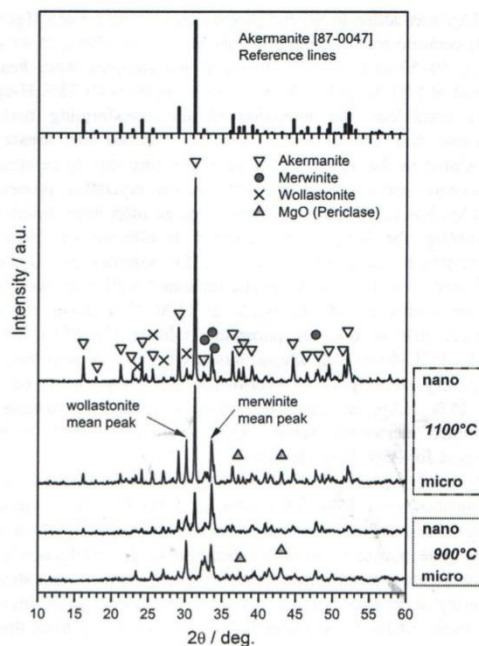


Fig. 1. Phase evolution of ceramics from silicone/fillers mixtures aimed at the synthesis of akermanite (micro = micro-sized fillers; nano = nano-sized fillers).

the best sample, obtained using nano-sized particles, was 85 wt% akermanite, 9% merwinite and 6% wollastonite. Since both wollastonite and merwinite are both bioactive [16], the presence of such impurities was not reputed to be an issue for the forecasted biological application of the material.

3.2. Development and characterization of akermanite-based ceramic composites

Hydroxyapatite (HAp) was introduced as additional filler in the best formulation for akermanite synthesis (the one comprising nano-sized fillers), in order to modify the biological response of the material and produce components possessing also a faster dissolution rate in biological fluids. Moreover, the addition of a further filler would potentially reduce the presence of cracks that were observed when processing the mixtures producing pure akermanite, despite the choice of a silicone mixture (MK+ H62C) as silica source, instead of only one silicone polymer. In fact, the use of a mixture of silicones has been proved to favor the integrity of polymer-derived silicates (a discussion of this effect has been recently provided by Parciannelo et al. [15]), because the different chemical and structural characteristics of the polymeric precursors generate a silica matrix with different features (e.g. network connectivity and number of defects) which determine a different ability to relax structural rearrangements by viscous flow or diffusion processes.

HAp was added in several proportions (75 wt% CaO/MgO/SiO₂ ceramic residue from silicones and active fillers, 25 wt% HAp; 50–50 wt%, 25–75 wt%) and the samples were heat treated at 900 °C and 1100 °C. Only samples with 75% HAp were crack-free: the reduction of the transforming mass (silicone and active fillers) evidently reduced the stresses associated to the volumetric changes, in turn due to ceramic conversion and reactions giving the desired crystalline phases.

HAp, however, did not act simply as an inert filler: besides promoting the integrity of samples, it affected the phase development, as shown in Fig. 2, for samples containing 25% and 75% HAp. HAp peaks remained well recognizable for treatments at 900 °C, while at 1100 °C a novel phase formed, that is calcium phosphate silicate Ca₅(PO₄)₂SiO₂ (CPS, PDF#40-0393), whose bioactivity was demonstrated only very recently [17]. Akermanite is clearly visible only for 25% HAp, at 1100 °C, whereas almost all samples contained merwinite. Some traces of unreacted MgO were detected for 25% HAp, at 900 °C.

Table 2 reports the results from mechanical testing of composites with 75% HAp fired at 1100 °C. The ceramic composites exhibited a sensible linear shrinkage (~15%) and were quite porous (~30 vol%), because of the production of decomposition gases during processing and limited solid state sintering at the processing temperature, with consequent limits on elastic modulus and strength. If we consider, however, that

the composites could be applied in the form of scaffolds where all the constitutive elements are loaded as bars in bending configuration, we can note that the specific bending strength index is not far from that of important natural materials, such as cartilage (according to Ashby [18], $\sigma^{2/3}/\rho=1.9$, where σ is the strength and ρ is the density). The specific bending stiffness index ($E^{1/2}/\rho$) was also close to that of natural materials. Improvements in strength could be obtained by coating the ceramic components with biopolymers [19], that could take advantage of the residual microporosity, clearly visible in Fig. 3a, for infiltration.

3.3. Development and characterization of akermanite ceramic foams

As previously reported, operating with H62C as the only silica source, the first drying step at 80 °C yields a thick paste. This condition has a great potential for further processing, since the high viscosity could promote the entrapment of gases. More precisely, Mg(OH)₂ and borax were considered for their ability to decompose at relatively low temperature, with a significant release of water vapor below 350 °C [20,21]. In other words, these fillers can be used for the double purpose of affecting the phase development and foaming.

The heating of the pastes at 350 °C was intended to: (i) provide the evolution of water vapor; (ii) stabilize the

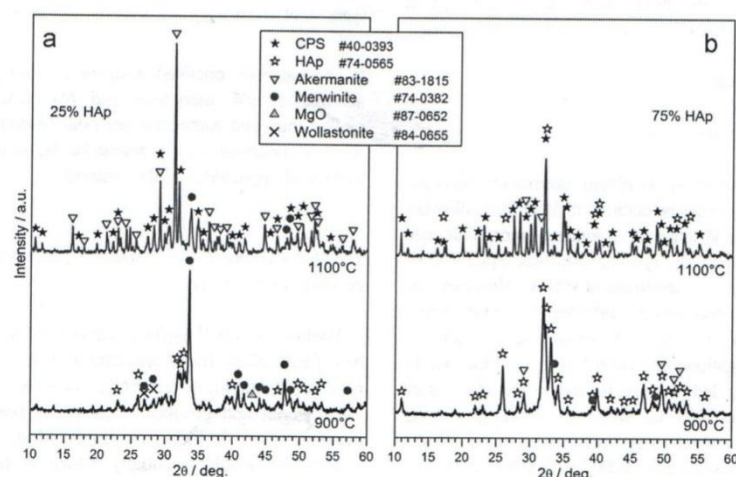


Fig. 2. Qualitative X-ray diffraction patterns of akermanite-based ceramic composites, prepared with (a) 25% HAp; and (b) 75% HAp.

Table 2
Summary of physical and mechanical properties of selected akermanite-based bioceramics.

Type	Density, ρ (g/cm ³)	Total porosity (%)	Strength, σ (MPa)	Notes
25 Akermanite 75 HAp monolith (1100 °C)	2.53 ± 0.01	27	10.6 ± 1.5 (bending)	$E=24.0 \pm 4.0$ GPa
Akermanite foams (CaCO ₃ nano-particles)	0.86 ± 0.03	71	3.4 ± 0.2 (crushing)	No borax
	0.90 ± 0.02	69	5.1 ± 0.4 (crushing)	5% Borax
	0.85 ± 0.01	72	3.4 ± 0.4 (crushing)	15% Borax

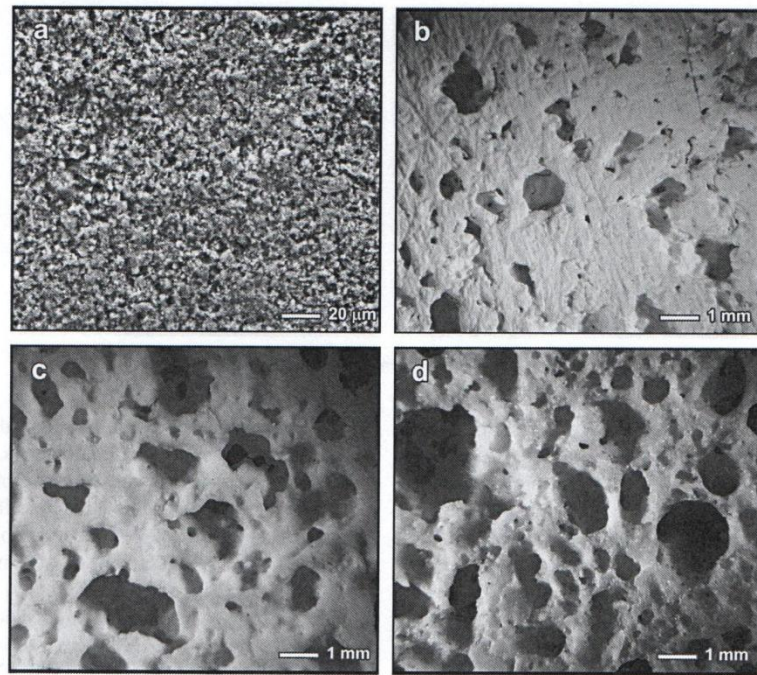


Fig. 3. Microstructural details of (a) akermanite/HAp ceramic composite (76% HAp); (b,c,d) akermanite based cellular materials (b) only $\text{Mg}(\text{OH})_2$ as foaming agent; and (c) 5% borax; and d: 15% borax).

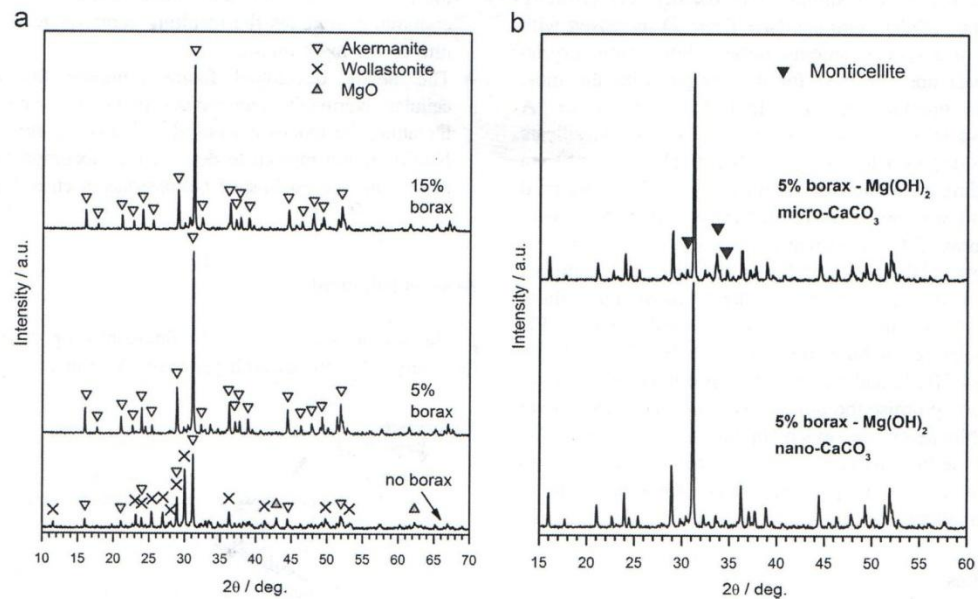


Fig. 4. X-ray diffraction patterns of akermanite foams (a) effect of borax and (b) effect of CaCO_3 powder size (not indexed peaks all corresponding to akermanite).

cellular structure by thermal cross-linking of the H62C polymer. As reported in Table 1, the sample resulting from the use of $\text{Mg}(\text{OH})_2$ as the only water source was very porous (density well below 1 g/cm^3), but the pore distribution was not particularly homogeneous (see Fig. 3b). On the contrary, the

addition of borax caused the formation of a well-developed cellular structure, with many clearly interconnected macropores (see Fig. 3c and d)

Borax had also a quite unexpected effect on the development of crystal phases. As shown by Fig. 4a, akermanite is not the only

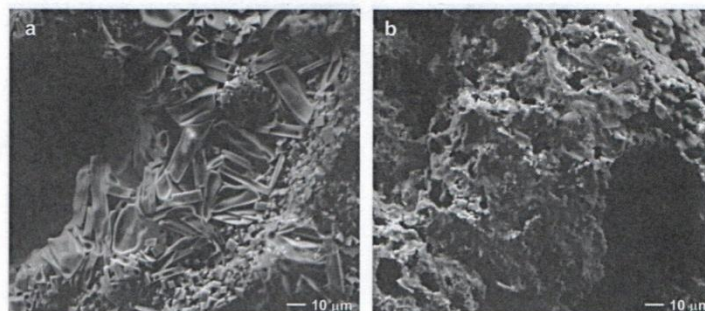


Fig. 5. High magnification details of akermanite foams (a) 15% borax and (b) 5% borax.

crystal phase that developed from mixtures comprising nano-sized CaCO_3 and micro-sized $\text{Mg}(\text{OH})_2$: wollastonite and MgO (weak peaks) are also clearly visible. Mixtures comprising borax, on the contrary, featured only the presence of akermanite. We can posit that this additive led to the formation of a liquid phase upon ceramization (transformed into a borate glass phase upon cooling), thus favoring ionic interdiffusion. This is confirmed by Fig. 4b, showing that even operating only with micro-particles (micro-sized CaCO_3 replaced nano-sized CaCO_3) akermanite was the dominant phase (there are in fact only weak traces of another Ca–Mg silicate, monticellite, CaMgSiO_4 i.e. $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$, PDF#35-0590).

Despite having a very similar bulk density, the crushing strength of the cellular ceramics (see Table 2) increased with the addition of a limited amount borax while, quite surprisingly, that was not observed for the sample with the most homogeneous porous structure (15% borax addition). A possible cause is the abnormal crystal growth of the silicate phase (embedded in a low viscosity borate phase), visible in Fig. 5a, leading to a number of microvoids. The abnormal crystal growth was not detected in the sample with a lower content of borax (5%), as shown in Fig. 5b.

The strength of the obtained foams, in all cases, compares favorably with the data reported in the literature for cellular akermanite (e.g. foams from conventional replication of PU templates possess a crushing strength well below 2 MPa [22]). The presence of B_2O_3 and Na_2O in the amorphous phase is not expected to compromise the bioactivity, since these oxides are present in bioglasses in much higher amounts [1]. The validation of the bioactivity and biocompatibility of the foams as well as the ceramic composites, will constitute the focus of future investigations.

4. Conclusions

The main findings of this study may be summarized as follows:

- Akermanite ceramics can be easily obtained by the thermal treatment of silicone resins embedding CaO and MgO precursors; the crystalline phase purity is optimized when adding nano-sized fillers.
- Hydroxyapatite powders, introduced as secondary fillers, interacted with the other components, leading to monolithic ceramic composites with complex phase assemblages and featuring a good specific strength; all the developed crystal phases are known to be biocompatible.
- A particular combination of starting materials, such as H62C polymer, nano-sized CaCO_3 and micro-sized $\text{Mg}(\text{OH})_2$, was found to yield highly porous ceramic components, by a very simple process (low temperature foaming, followed by ceramization at 1100°C).
- The addition of borax had a double effect, i.e. it contributed both to the development of an homogeneous cellular morphology and to the phase evolution; for borax-containing mixtures the resulting ceramics feature akermanite as the main phase.
- The newly developed foams compare favorably with cellular akermanite bioceramics previously reported in the literature; the oxides associated to borax addition (B_2O_3 and Na_2O) are not reputed to degrade the biocompatibility, being present in well-established biomaterials, such as bioglasses.

Acknowledgments

The authors acknowledge the financial support of the Italy–Germany bilateral research program “Vigoni”.

References

- [1] M.N. Rahaman, D.E. Day, B.S. Bal, Q. Fu, S.B. Jung, L.F. Bonewald, A. P. Tomsia, Bioactive glass in tissue engineering, *Acta Biomaterialia* 7 (2011) 2355–2373.
- [2] T. Kokubo, S. Ito, Z. Huang, T. Hayashi, S. Sakka, T. Kitsugi, T. Yamamuro, Ca–P-rich layer formed on high-strength bioactive glass-ceramic A-W, *Journal of Biomedical Materials Research* 24 (1990) 331–343.
- [3] P.N. De Aza, F. Guitian, S. De Aza, Bioactivity of wollastonite ceramics: in vitro evaluation, *Scripta Metallurgica et Materialia* 31 (1994) 1001–1005.
- [4] P.N. De Aza, Z. Luklinska, M.R. Anseau, F. Guitian, S. De Aza, Morphological studies of pseudowollastonite for biomedical application, *Journal of Microscopy* 182 (1996) 24–31.
- [5] Z. Gou, J. Chang, Synthesis and in vitro bioactivity of dicalcium silicate powders, *Journal of the European Ceramic Society* 24 (2004) 93–99.

Gennadiy Kosnikov¹, Oleg Figovsky² and Adnan Eldarkhanov³

METAL MATRIX MICRO- AND NANOSTRUCTURAL COMPOSITES (REVIEW)

¹St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation,

²Polymate Ltd. International Nanotechnology Research Center, Migdal HaEmek, Israel,

³Grozny State Oil Technical University, Grozny, Russian Federation

Received: December 30, 2013 / Revised: February 20, 2014 / Accepted: November 23, 2014

© Kosnikov G., Figovsky O., Eldarkhanov A., 2015

Abstract. Liquid phase production technologies of metal matrix micro- and nanostructural composites are considered. A complex using magnetohydrodynamic stirring, ultrasonic treatment of melt during liquid and liquid-solid states and thixocasting advantages are proposed.

Keywords: metal matrix composites, liquidphase technology, magnetohydrodynamic stirring, ultrasonic treatment, thixocasting.

1. Introduction

Research and development of metal matrix composites (MMCs) are given a significant consideration practically in all economically developed countries due to the complex of mechanical and service properties that could be obtained in this class of structural materials, and which are unattainable in the traditional materials produced using the traditional technologies. Metal matrix provides a number of advantages if compared to other (polymer, carbon, ceramic) matrices, in particular higher hardness, strength, electric and heat conductivity, crack resistance, and melting temperature. The use of the liquid phase technologies means that in the process of MMCs production at least one of the components is in the liquid phase (casting technologies, liquid forging, laser and plasma spraying, sintering with liquid phase, etc.)

Two types of composites are distinguished: artificial and natural. In artificial composites the strengthening disperse phase is either introduced artificially from the outside or is formed when matrix melt interacts with artificially introduced agents. Natural composites include the alloys, in which the disperse phases are formed under the natural processes of primary, in particular, oriented crystallization. Typical natural composites are graphitized cast irons. The properties of

natural composites can also be improved using the technologies typical to artificial composites. However, artificial composites are regarded as the promising materials with unique properties [1].

Composites, reinforced with fibers or whisker crystals, and layered composites are widely used in industry. The technologies of their production are relatively simple and the scientific bases of their development, analysis and prognostication of their behavior while using the articles are thoroughly studied. With the exception of the production of prepregs, that serve as semi-finished articles for the production of the constructions, the composites of this type and the constructions are produced simultaneously, allowing the consideration of the specifics of the use of these constructions and conditions of the exploitation. These composites have a number of positive properties (high specific strength, hardness, wear resistance, fatigue resistance, etc.). At the same time these materials possess substantial defects (anisotropy of properties, high cost, low maintenance workability, etc.), that given specific technology and engineering properties narrow the range of their application.

Dispersion-reinforced composites include casting and wrought alloys as a basis and disperse particles as reinforcements, artificially incorporated (*ex-situ* processes) or initiated as a result of the occurring (*in-situ*) processes. Generally, refractory high-strength, high-modulus particles of oxides, carbides, borides, nitrides (more frequently SiC, Al₂O₃, B₄C, TiC) are used as micrometric size reinforcements. Chemical reactions *in-situ*, occurring in the melt in the process of incorporation of the reactive metals, gases or chemical compounds, form thermodynamically stable, wetted by the melt due to the coherent boundary formation, and thermostable at high temperature of maintenance reinforcing phases [2].

successive heating of the blanks during the shaping process to the temperature of the two-phase state (not to total dissolution) create preconditions for the effective problem solving in the field of cast MMNCs production (in particular, sedimentation and aggregative stability, gas porosity). Therefore, the processes of solid-liquid shaping (thixoforming) are most promising for MMNCs and MMCs products [17-20].

It is evident that irrespective of the influence of the nanoparticles on the crystallizing alloy, they remain as isolated inclusions in the solid composite and affect the processes of composite destruction, depending on the place of their location regarding the boundaries of the structure elements [21].

In the process of cast nanocomposite production it is necessary to provide the inoculation of the nanoparticles into the melt and their equal distribution in the volume of the slurry and sedimentation stability of the melt, prevent nanoparticles from aggregation in the process of feeding the composition into the molding cavity and in the recycling process of the composites and reheating before the shaping of the previously produced nanocomposite charges. Concurrently, the problem of providing the peak level of the necessary complex of composite properties by affecting the processes of crystallization and structure formation of the matrix melt is of great value.

The inoculation of the nanoparticles into the melt and their uniform distribution in the slurry is mainly implemented by means of the mechanical [4] and MHD [5, 22] stirring of the particles. The reinforcing particle powders may be introduced not only in the initial state using plasma torch, injection in the gas current, but also in the form of the pellets, briquettes, flux cored wire, and extended pressed compositions. In the process of the mechanical mixing the optimum performance of the mixer provides the onset of the shear deformation in the melt, especially when mixing the melt in the liquid-solid state. It prevents the agglomeration of the particles and provides better wetting and uniform distribution of the particles in the melt volume. The ensuing dwell time of the melt in the mixer with low mixing speed enables its transporting to the casting molds using various casting methods.

Plasma synthesis method along with the biplanar MHD-mixing and incorporation of the nanoparticles into the melt in the form of nanosize powder composites, produced by mechanical alloying in high-energy mills, possesses a number of advantages [23]. Biplanar MHD mixing of the hypoeutectic silumins in the liquid and two-phase states allows solving the problem of equal distribution of the particles in the melt volume, ensuring the degeneration of the dendrite structure and the possibility to use all the advantages of thixocasting for producing nanocomposites.

High-power ultrasound treatment (UST) of the alloys in the liquid and two-phase state is one of the most efficient methods of affecting the processes of alloy structure formation [24-28]. Structural changes in the ultrasound-treated metal are determined by the processes occurring in the melt in two-phase zone – nucleation of crystals, their growth and dispersion, by mixing processes, which, in turn, are connected with cavitation and acoustic streaming development in the melt, and by the parameters of supersonic field in the melt, its properties, volume, impurities, and dissolved gases [29].

The impact of ultrasound diminishes with increasing the distance between the alloy and the ultrasonic horn; therefore it is advisable to use ultrasound treatment along with the MHD-mixing. This allows solving the problem of non-dendrite structure formation in the process of composite thixocasting at the stage of the primary treatment of the melt, considerably decreasing the duration or excluding the reheating of the blank aimed at final “degeneration” of dendrites.

The development in the field of production of MMNCs using nanocarbon materials as reinforcing complexes, in particular, fullerenes C_{60} , nanotubes, nanodiamonds, nanosize products of the modification of the natural carbonaceous rock (shungites), is highly promising [30].

The problem of the nanoparticles inoculation into the melt may be simplified due to the preliminary production of rich nanocomposite alloys in the liquid-solid state with their further incorporation into the melts.

Special attention is given to the innovative development of cast and wrought MMNCs industry – the superdeep penetration (SDP) phenomenon. It may be regarded as the new physical instrument to affect the existing materials. The new concept of the physical phenomenon of the SDP is based on the consequent implementation of the complex of the physical effects, such as higher energy density (accumulation) in the local zones of the barrier material due to shutdown of the system, creation of dynamically stable local zones of high pressure, and the level of the latter sufficient to implement the dynamic phase transition. The use of SDP allows to incorporate into the volume of the solid body the alloying elements tens millimeters deep at an interval of 10^{-3} – 10^{-7} s. In the volume of the solid body the fibrous elements, obtaining specific nano- and microstructures, allowing producing the materials with unique properties, are created [31-33]. Nowadays SDP is used for the solid-state processes; however, there is a reason to believe that complex technologies would make it possible to use SDP for the liquid phase methods of metallomatrix nanocomposite production.

As a rule, the foundry specialists are concerned with the production of the shaped castings out of the casting alloys by various casting methods. However, the development of the thixoforming (thixocasting, thixoforging) processes proves the effectiveness of the cooperation of the foundry specialists and the specialists in the field of the forging processes. The field of mutual cooperation may include the production of sheets and shapes out of nanocomposites using the methods of the ingotless rolling.

At present the granular technologies develop rapidly, especially the new material science branch of nanostructure granular composites, combining the advantages of the metallurgy of granules and the principles of producing the volumetric composite out of granules [34]. As a rule, uniform (isostatic), hydrostatic or gas-static pressing is used for the compaction. Considering the experience of the foundry specialists in the field of suspension casting, the possibility of the use of the nanostructure granules for the inoculation of the nanoparticles into the melt, the cooperation of the foundry specialists with the specialists of the metallurgy of granules in the field of the development of the hybrid processes, capable of providing the production of the shapes out the new class of nanocomposites, is highly promising.

3. Conclusions

1. Metal matrix micro- and, especially, nano-structural composites provide a number of advantages as compared to traditional matrix alloys. MMCs and MMNCs based on the aluminium and magnesium alloys are the promising materials for the various branches of industry due to low unit weight and higher, in comparison with the matrix alloy, level of the properties (wear resistance, hardness, local strength, bearing capacity, heat resistance, damping, antifriction, transport, and other properties).

2. The problems of nanocomposite article production using liquid phase technologies require the system approach to the solving of the whole complex of the occurring problems, involving specialists in various fields (thermodynamics, physics and chemistry of the melt and solid state, fracture mechanics, technologies of the production and treatment of the alloys in the liquid and two-phase state, etc.)

3. The promising technologies are the complex technologies of MMNCs production, implementing the

external influence (UST, MHD) on the liquid and crystallizing matrix alloy with incorporation of the reinforcing particles along with the thixoforming of the finished article production.

References

- [1] Prusov E., Panfilov A. and Kechin V.: Russ. Foundryman, 2011, **12**, 35.
- [2] Zheng Q., Wu B., Reddy R.: Adv. Eng. Mat., 2003, **5**, 167.
- [3] Amosov A., Borovinskaya I. and Merzhanov A.: Poroshkovaya Tekhnologia Samorasprostraniushegosia Vysokotemperaturnogo Sinteza Materialov. Mashinostroenie-1, Moskva 2007.
- [4] Herling D., Grant G. and Hunt W., Jr.: Adv. Mat. & Proc., 2001, July, 37.
- [5] Szajnar J., Stawarz M., Wróbel T. and Sebzda W.: J. Achievem. in Materials and Manufacturing Eng., 2009, **34**, 95.
- [6] Sazonov M., Chemishova T. and Rohlin L.: Constr. i Funct. Mat., 2010, **2**, 3.
- [7] Cai Y., Tana M., Shen G. and Su H.: J. Mater. Sci. Eng. A, 2000, **282**, 232.
- [8] Hassan S. and Gupta M.: J. Mater. Sci., 2002, **37**, 2467.
- [9] Kalashnikov I., Bolotova L. and Chernyshova T.: Tsvetnye Metally, 2010, **9**, 67.
- [10] Zhon W. and Xu Z.: J. Mater. Proc. Techn., 1997, **63**, 368.
- [11] www.taloncomposites.com
- [12] Elagin V.: Tsvetnye Metally, 2009, **6**, 103.
- [13] Kondratenko A. and Golubkova T.: Konstr. Composit. Mat., 2009, **1**, 24.
- [14] Koch C.: Nanostructured Materials: Processing, Properties and Potential Applications. Noyes Publications, New York 2002.
- [15] El-Mahallawi I., Shash Y., Eigenfeld K. et al.: Mat. Sci. & Techn., 2009, **26**, 10.
- [16] Petrunin A., Panfilov A.V. and Panfilov A.A.: Liteinoe Proizvodstvo, 2009, **10**, 17.
- [17] Kosnikov G. and Kolesov S.: Russ. Foundryman, 2007, **4**, 28.
- [18] de Cicco M., Tung L.-S., Li X.-C. and Perepezko J.: [in:] Hirt G., Rassili A. and Buhig-Polaczek A. (Eds.), Proc. 10th Int. Conf. on Semi-Solid Processing of the Alloys and Composites S2P 2008. Aachen, Germany and Liege, Belgium. September 16-18, 2008, 814.
- [19] Ji S., Qian M. and Fan Z.: Metallurg. & Mat. Transact. A., 2006, **37A**, 779.
- [20] Ivanchev L., Camagu S. and Govender G.: J. Solid State Phenomena, 2013, **192-193**, 61.
- [21] Jones R., Pitt S., Hui D. and Brunner A.: Composite Structures, 2013, **99**, 375.
- [22] Kosnikov G. and Kolesov S.: Works of VII Congress of Russian Foundrymen. Novosibirsk 2005, **1**, 298.
- [23] Kosnikov G., Baranov V., Petrovich S. and Kalmykov A.: Liteinoe Proizvodstvo, 2012, **2**, 4.
- [24] Abramov O.V. and Prihod'ko V. (Eds.): Moschniy Ultrazvuk v Metallurgii i Mashinostroenii. Yanus-K, Moskva 2006.
- [25] Zhang L., Eskin D., Miroux A. and Katgerman L.: Light Metals, 2012, 999.

- [26] Chen Y.-J., Hsuand W.-N. and Shih J.-R.: Mat. Transact., 2009, **50**, 401.
- [27] Kosnikov G., Figovsky O., Eldarkhanov A. *et al.*: Sci. Israel-Techn. Adv., 2013, **15**, 93.
- [28] Yao L., Hao H., Shouhua L. *et al.*: Trans. Nonferrous Met. Soc. China, 2011, **21**, 1241.
- [29] Alba-Baena N., Pabel T., Villa-Sierra N. and Eskin D.: Mat. Sci. Forum, 2013, **765**, 271.
- [30] Prokhorov V., Blank V., Pivovarov G. and Solovyeva L.: Mezhdunar. Conf. "Novye Perspektivnye Materialy i ih Izgotovlenie (NPM-2004). Russia, Volgograd 2004, 124.
- [31] Figovsky O. *et al.*: J. Techn. Physics, 2008, **49**, 3.
- [32] Figovsky O., Usherenko S. and Usherenko Yu.: Sozdanie Metallicheskih Compozicionnykh Materialov. Phizika i Technika Vysokoenergeticheskoy Obrobotki Materialov. Art-Press Dnepropetrovsk 2007.
- [33] Usherenko S., Figovsky O. and Usherenko Y.: Sci. Israel-Techn. Adv., 2007, **9**, 28.
- [34] Moskvichev U., Panin V., Ageev S. *et al.*: Actual Conf., 2011, **70**, 44.

МЕТАЛО-МАТРИЧНІ МІКРО- ТА НАНОСТРУКТУРНІ КОМПОЗИТИ (ОГЛЯД)

Анотація. Розглянуто рідкофазні технології виробництва метало-матричних мікро- і наноструктурних композитів. Запропоновано комплексне використання магнітогідродинамічного перемішування, ультразвукового оброблення розплаву в рідкому та рідинно-твердому стані та тисколиття.

Ключові слова: метало-матричні композити, рідкофазна технологія, магнітогідродинамічне перемішування, ультразвукове оброблення, тисколиття.

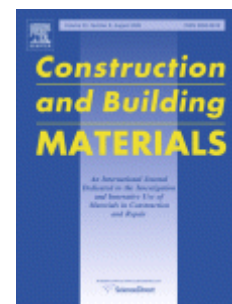
Use of natural and thermally activated porphyrite in cement production

Author links open overlay

panel [MirabbosHojamberdiev](#)^{a1} [ZamiraMuhammedbaeva](#)^b [Chengala D.Madhusoodana](#)^c

Show more

<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.03.007> [Get rights and content](#)



Construction and Building Materials. [Volume 23, Issue 8](#), August 2009, Pages 2757-2762

Abstract

The aim of the present study was to investigate the use of porphyrite in the production of Portland cement. Natural and thermally activated porphyrites were used as a clay raw material and an activator, respectively, at 0, 10, 20, 30, 40 and 50 wt% in order to assess their effects on the cement properties. According to the test results, the compressive strength of the specimens decreased with increasing natural porphyrite content in various curing periods. However, the compressive strength of cement produced with 10 wt% porphyrite (activator) activated at 650 °C for 30 min showed a higher value (56 MPa in TPC-6) than cement without activator (51 MPa in RPC-2). Due to thermal activation, porphyrite activator containing a glass phase possesses an enhanced reactivity during clinker hydration that intensifies the synthesis of hydrosilicates and improves compressive strength accordingly. The X-ray diffraction analysis confirmed an intensive formation of Portland cement minerals such as C_3S , β - C_2S , C_3A and C_4AF . The addition of thermally activated porphyrite has also led to an improvement of the rheological behavior, stability to expansion, increase in setting time and decrease in specific surface area of cement. As prepared cement composites and concretes with improved properties meet the requirements of State Standards 310-86 and 10181-81 for Portland cement and concrete, respectively. The findings in this report indicate that porphyrite can be utilized both as a raw material and an activator in the production of cement.

Keywords

Clinker

Porphyrite

Portland cement

Pyrite wastes

Thermal activation

¹Present address: New York State College of Ceramics, Alfred University, 2 Pine Street, Alfred, NY 14802, USA.

[View full text](#)

Copyright © 2009 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Effect of Waste Polymer Additives on the Properties of Acid Resistant Composites

Mirabbos HOJAMBERDIEV ^[1], Zamira MUHAMEDBAEVA ^[2], Yunhua XU ^[3], Fazhan Wang ^[4], Surayo JULCHIEVA ^[5]

Gazi University Journal of Science DergiPark



1. [Gazi University Journal of Science](#)
2. [Arşiv](#)
3. [Cilt 21, Sayı 3](#)

[Yıl 2008, Cilt 21, Sayı 3, Sayfalar 105 - 112 2010-04-01](#)

The present work describes preparation of acid resistant composites from porphyrite and wollastonite by adding wastes of furfural (PA1) and furfural alcohol (PA2) production as the polymer additives.

The effects of waste polymer additives on the compressive strength, chemical resistance and adhesive ability of the composites were examined. The mechanism of the hydration process and phase evaluation of the composites were investigated using X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscope (SEM), differential thermal analysis (DTA) and IR spectroscopy.

The results indicated that hardening of the composites promoted formation of chemical bond between constituents and calcium fluoride compounds. Comparative study showed that the porphyrite composite (Sample P-2) with 1% PA1 additive and porphyrite – wollastonite composite (Sample PW-9) with 2% PA2 additive have optimal parameters among the samples. Acid resistance and compressive strength of prepared composites applied to surfaces of metal and ceramic materials were determined and enhanced properties of porphyrite – wollastonite composite with additive PA2 were found to be in metal (2.4 GPa). The reason for the improvement of the chemical resistance and compressive strength of the composites may be attributed to the formation of the amorphous silicon phase.

Key Words: Porphyrite, Wollastonite, Industrial wastes, Polymer additives, Acid resistant composite.

Polymer additives



Композиционные материалы

на основе местного сырья и отходов производства

LAP LAMBERT Academic Publishing (2018-07-18)

ISBN-13:
978-620-2-05152-1

ISBN-10:
6202051523

EAN:
9786202051521

Book language:
Russian

Blurb/ Shorttext:

В монографии представлены результаты исследования по актуальным проблемам защиты строительных конструкций, сооружений и изделий различного назначения, эксплуатируемых в агрессивных, преимущественно кислых средах. Развита существующие научные основы получения высокоэффективных кислотоупорных цементов на основе жидкого стекла с использованием местных сырьевых материалов и вторичных ресурсов различных отраслей промышленности. Рассматриваются вопросы повышения и улучшения свойств кислотостойких жидкостекольных композиций за счет изменения вводимых компонентов: затворителя, наполнителя и отвердителя путем введения различных активных и инертных добавок, модифицирования жидкого стекла, оптимизации режимов твердения, подбора составов для конкретных условий эксплуатации. Монография рассчитана на инженерно-технических и научных работников, занимающихся