

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI
TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI
“SILIKAT MATERIALLAR VA NODIR, KAMYOB
METALLAR TEXNOLOGIYASI” KAFEDRASI**

QURILISH MATERIALLARI TEXNOLOGIYASI

TOSHKENT – 2018

UDK 666.96

Mualliflar : T.A.Otaqo‘ziev, Z.A.Muxamedbaeva A.A..Muxamedbaev.

“Qurilish materiallari texnologiyasi” Darslik.Toshkent.TKTI. 2018.- 457 b.

Darslikda ohak, gips, magnezial bog‘lovchi materiallar, turli sementlar, xrizotil va sement aralashmasi asosida tayyorlanadigan asbestsement listlar va quvurlarni tayyorlashining texnologik sxemalari, ularda ishlatiladigan xom ashyolar, hamda bu materiallarning tavsifi, sinflanishi haqida ma’lumotlar keltirilgan. Bog‘lovchi materiallarning, xususan sementning qotishida ruy beradigan jarayonlar talqin etilgan. Qurilish materiallariga ta’lukli fizik-mexanik xossalari, ularni ishlatish sohalari yoritilgan.

Darslik “Qurilish materiallar texnologiyasi” 5320400 “Kimyoviy texnologiya (qurilish materiallarining kimyoviy texnologiyasi) boyicha” yonalishda ta’lim olayotgan talabalar va 5A320305 – “Qimyoviy ishlab chiqarish va qurilish materiallar korxonalarining mashinalari hamda apparatlari”, 5A320404- “Silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar texnologiyasi “ magistratura mutaxassisligi talabalari uchun myoljallangan.

Kurilish materiallari kimyoviy texnologiyasi sohasida mutaxassis tayyorlaydigan oliy o‘quv yurtlarining talabalari uchun darslik “Qurilish materiallari texnologiyasi” kursini batafsil o‘rganishga imkon beradi.

Taqrizchilar:

1. Toshkent davlat texnika universiteti koshidagi «Fan va tarakkiyot» Davlat unitar korxonasi “Bog‘lovchi materiallari” laboratoriyasi rahbari, texnika fanlari doktori, professor Tolipov N.K.

2. Toshkent kimyo texnologiya instituti “Noorganik umumiy kimyo” kafedrası professori, texnika fanlari doktori Axmerov K.A.

MUNDARIJA

1-bob Kirish.....	8
1-§ O‘zbekistonda sement sanoatining taraqqiyot bosqichlari.....	12
2-§ Ilmiy-texnika taraqqiyotining sement sanoatidagi samaradorligi	16
3-§ Anorganik (mineral) bog‘lovchi materiallar.....	22
 2-bob Havoda qotadigan bog‘lovchi materiallar.....	25
1-§ Gipsning xarakteristikasi.....	30
2-§ Suvli va suvsiz kalsiy sulfat modifikatsiyasi... ..	32
3-§ Yarim molekula suvli gipsning qotishi	34
4-§ Gips bog‘lovchining qotishiga qo‘shilmalarning ta’siri... ..	41
5-§ Yuqori katta xaroratda kuydiriladigan gips (ekstrix-gips).....	51
 3-bob. Fosfogipsning fizik-kimyoviy xossalari, undan qurilish	
materiallari sanoatida foydalanish imkoniyatlari.....	55
1-§ Fosfogipsning tarkibi, tuzilishi va xossalarini fizik- kimyoviy tatqiq etish	55
2-§ Fosfogipsdan xalq xo‘jaligining turli soxalarida foydalanish imkoniyatlari.....	65
3-§ Fosfogipsdan havoda qotadigan materiallar olish.....	67
4-§ Fosfogips bog‘lovchi moddasini olish texnologiyasini tatqiq etish va ishlab chiqish.....	73
5-§ Magnezial bog‘lovchilar.....	78
 4 bob Havoda qotadigan ohak.....	85
1-§ So‘ndirilmagan ohak.....	86
2-§ So‘ndirilgan ohak.....	100
3-§ Gidratlangankukun ohak.....	105

4-§ Soʻndirilmagan tuyilgan ohaq.....	109
5-§ Havoda qotadigan ohakning qotishi, xossalari va ishlatilishi	112
2 qism Gidravlik bogʻlovchi moddalar.....	125
5-bob Gidravlik ohak va romansement.....	125
1-§ Gidravlik ohak.....	125
2-§ Romansement.....	134
6-bob Portlandsement.....	141
1-§ Tarkibi va klassifikatsiyasi.....	141
2-§ Klinker va uning kimyoviy hamda mineralogik tarkibi.....	142
3-§ Klinker xarakteristikasi.....	173
4-§ Klinker klassifikatsiyasi va portlandsement turlari.....	180
7-bob Portlandsement texnologiyas	182
1-§ Xom ashyo materiallari va yoqilgʻi.....	182
2-§ Portlanlandsement ishlab chikarish usullari.....	187
3-§ Ohaktosh va gilni qazib olish, tashish hamda xom ashyo aralashmasini tayyorlash.....	192
4-§ Klinkerni aylanma pechlarda kuydirganda sodir boʻladigan jarayonlar.....	215
5-§ Klinkerni tuyish.....	227
6-§ Portlandsement dispersligining uning xossa va xususiyatlariga taʼsiri.....	229
8-bob Portlandsementning qotishi, xossalari va ishlatilishi	235
1-§ Sementning suv bilan birikishi va hosilboʻlgan.....	235
2-§ Kalsiy gidrosilikatlar.....	244
3-§ Kalsiy gidrosilikatlarining hosil boʻlish sharoitlari va barkarorligi.....	253

4-§ Portlandsementning qotishi.....	255
5-§ Sementtoshdagi hajmiy o‘zgarishlar.....	262
6-§ Portlandsementning mustahkamligi	264
7-§ Sementtosh va betonlarning kimyoviy hamda fizik agressiv faktorlar ta’siriga chidamliligi.....	271
9-bob Maxsus portlandsementlar	289
1-§ Portlandsement turlari.....	286
2-§ Tezqotuvchan portlandsement.....	286
3-§ Plastifikatsiyalangan va gidrofob portlandsementlar.....	290
Sulfatga chidamli portlandsement.....	291
5-§ Oq va rangli portlandsementlar.....	294
6-§ Tamponaj sementlar.....	296
7-§ Putssolan portlandsement.....	302
8-§ Sulfomineral sementlar.....	314
9-§ Giltuproqli sementlar.....	319
10-§ Kengayuvchi va zo‘riqlanuvchi sement.....	320
11-§ Kislotaga chidamli sement.....	325
3 kism. Xrizotilsement buyumlar ishlab chikarish texnologiyas.....	328
10-bob Asbestsement buyumlarini turlari, xossalari va qo‘llanilishi....	328
1-§ Xrizotilsement buyumlarining ishlab chiqarishdagi xom ash.....	330
2-§ Xrizotil va uning xossalari.....	335
3-§ Asbestga qo‘yiladigan talablar.....	341
4-§ Amfibolli asbest.....	344
5-§ Sementlar.....	344
6-§ Suv, bo‘yoqlar, kimyoviy qyshimchalar.....	350
11-bob «Sement-asbest-suv» sistemasi.....	352

1-§ Portlandsement gidratatsiyasi jarayoniga asbestning ta'siri.....	352
2-§ Portlandsement qorishmasi bilan xrizotilasbest tolachalarining birikishi.....	353
3-§ Asbestsementning mexanik xossalriga asbest tolalarining joylashishining ta'siri.....	356
12-bob Asbestsement massasini tayyorlash.....	360
1-§ Asbestsement massasini tayyorlash usullari va texnologik sxemalari.	360
2-§ Xom ashyo materiallarini saqlash.....	365
3-§ Asbestsement massasi tarkibini oyihalashtirish.....	366
4-§ Asbestni titish arayoni.....	368
5-§ Asbestsement aralashmasini qattiq fazasining strukturasi tuzilishi.....	375
6-§ Asbestsement aralashmasini tayyorlashda eng qulay sharoitlar.....	377
7-§ Asbestsement buyumlarini qoliplash, temir to'rtli silindrsimon moslamada asbestsement qatlamining hosil b'ylishi.....	380
13-bob Asbestsement listlarni ishlab chiqarish.....	390
1-§ Qoliplash mashinalarini ta'minlashni boshqarish.....	390
2-§ Asbestsement qatlamini zichlash jarayoni.....	393
3-§ Asbestsement qatlamini vakuumlash va qirqish jarayoni.....	396
4-§ Asbestsement listlarini t'ylqinsimon shaklga keltirish.....	399
5-§ Taxtasimon asbestsement bo'laklarini jipslashtirish.....	400
6-§ Qoliplash jarayonining boshqausullari.....	403
14-bob Asbestsement quvurlar ishlab chiqarish.....	407
1-§ Asbestsement quvur ishlab chiqarishning texnologik sxemasi.....	407
2-§ Asbestsement quvurlarini qoliplash.....	408
3-§ Asbestsement quvur qoliplas hmashtirish.....	412
4-§ Quvur hosil qiluvchi mashinalarda matoni almashtirish	413

5-§ Mato va temir to'rlar.....	415
15 bob Rangli asbest-sement buyumlar.....	417
1-§ Asbestsement buyumlarga rang berish usullari va bo'yoqlar.....	417
 16-bob Asbestsementli mahsulotlarining qotishi.....	420
1-§ Qotish jarayoni va unitezlatish usullari.....	420
2-§ Asbestsement listlarining qotishi.....	422
3-§ Qumli portlansement asosida tayyorlangan listlarning qotish omillari.....	424
4-§ Quvurlarning qotishi.....	426
17-bob Asbestsement buyumlarini tayyorlashda ishlatilgan suvni qayta tozalash.....	430
18-bob Texnologik jarayonning nazorati va tayyor mahsulotlarning sifati.....	434
1-§ Xom ashyo va materiallar tavsifi.....	434
2-§ Asbestsement listlarni ishlab chiqarishning nazorati.....	434
3-§ Korxona ishlab chiqaradigan mahsulotning nomenklaturasi va tavsifi.....	442
4-§ Tayyor asbestsement quvurlarining sifat nazorati.....	443
GLOSSARIY.....	449
ADABIYOTLAR.....	454

1 bob. KIRISH

Xalq xujaligining rivojlanishida qurilish materiallarining ahamiyati juda katta. Sanoat va uy-joy qurilishining kun sayin o'sib borishi qurilish materiallariga bo'lgan ehtiyojni yanada oshirmoqda. Shuning uchun qurilish materiallari hamda ularni ishlab chiqarish texnologiyasi, ulardan yasalgan buyumlar tarkibini bilish va o'rganish har bir izlanuvchi-mutaxassis uchun muhimdir. Shu bilan birga, mutaxassis kuyidagilarni yaxshi bilishi lozim: a) materiallar ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan xom ashyo; b) xom ashyoni qo'shimcha ishlash va buyum tayyorlash jarayoni; v) qurilish materiallarining xossalari, ularni sinash usullari va qabul qilish; g) tashish va saqlash usullari; d) materiallarning qurilishda, kerakli joylarda ishlatilishi; e) materiallarni tejash yo'llari.

Qurilish materiallaridan tayyorlangan mahsulot qurilish buyumlari yoki konstruksiyalar deb ataladi. G'isht bloklari, temir-beton buyumlar va konstruksiyalar, yog'och fermalar va boshqalar shular jumlasidandir.

Qurilish materiallarini ishlab chiqarish va ularni xalq xo'jaligida ishlatishning o'ziga xos tarixi bor. Eng qadimgi va ko'p tarqalgan qurilish materiallari gil hisoblanadi. Gil qurilish materiali sifatida insoniyat taraqqiyotining boshlang'ich davridayoq ishlatilgan. Vaqt o'tish bilan inson gildan har xil shakldagi buyumlar tayyorlashni va ularning mustahkamligini oshirish maqsadida uni kuritish hamda kuydirishni o'rgangan.

Bog'lovchi moddalarning bundan 4-5 ming yil avval sun'iy yo'l bilan hosil qilinganligi ma'lum. Misr, Gretsiya, Rim va Vavilonda ohak qorishmasi va gidravlik qo'shimchalardan tayyorlangan beton inshootlar qadimgi vaqtlardan hozirgi davrgacha saqlanib kelmoqda. Bunday inshotlarning ichki va tashqi qismini bezashda metall chiqindilaridan yasalgan naqshdor koshinli buyumlar ishlatilgan. Injenerlik inshootlari uchun-gil, tosh, yog'och to'sinlar; turar joy uchun-qamich, palma shoxlari

va boshqalar ko‘plab ishlatilgan. Misr va Mesopotamiyada bundan 5-6 ming yil avval yasalgan shisha buyumlar topilgan.

Mamlakatimizda turli binokorlik materiallari ishlab chiqarish juda qadimdan boshlangan.

Binokorlar o‘rtasida asta-sekin g‘isht teruvchilar toshtaroshlar, ohak tayyorlovchilar va boshqa kasb ustalari ajralib chiqadi. Shahar devorlari, minoralar, masjid va qasrlar (masalan Buxoro, Samarkand, Xiva yodgorliklari) kabi inshootlar qurilish materiallariga bo‘lgan ehtiyojni oshirgan. Eramizdan oldingi to‘rtinchi asrda qurilgan qadimgi Xorazm chor atrofi qalin devorlar bilan chikilgan to‘rtta o‘rab silindrsimon minoradan iborat. Minoralarning usti tekis qilib ishlangan. Bunday inshootlarni qurishda qo‘shilmalar bilan ganch qorishmasi va giltuproqdan pishirilgan yapolaq g‘ishtlar hamda tabiiy toshlar ishlatilgan.

Qorishma tayyorlashda mamlakatimiz o‘zbek quruvchilari xilma-xil qo‘shilmalardan keng foydalanganlar. Jumladan, vulkon shishasi, oq gil (kaolin). Hayvon qoni, tuxum sarig‘i, suyak elimi, shirali moddalar qorishmalarining mustahkamligi va chidamliligini oshiruvchi modda vazifasini o‘tagan.

Samarqanddagi Ulug‘bek madrasasi, Qo‘qondagi Xudoyorxon saroyini qurishda bunday qorishmalar bilan birga chang-g‘isht qorishmasidan va ohak-g‘isht qorishmasidan iborat betonlar ko‘p ishlatilgan.

XIX asrning oxiri va XX asrning boshidan esa sement sanoati tez taraqqiy eta boshladi.

Sementning ixtiro qilinishi beton xossalarining yaxshilanishiga, binobarin, qurilish texnikasida yangi davr ochilishiga olib keladi. Gidrotexnik inshootlarni qurish zarurati suvga chidamli bog‘lovchi moddalar izlashni talab etsa, temir-beton konstruksiyalarning qurilishda keng ishlatilishi portlandsementning yangi, tez qotuvchi, mustahkam turlarini yaratish ehtiyojini tug‘dirdi. Sementning mineral suvi ta’sirida buzilishi aniqlangach, bu boradagi tadqiqotlar natijasida yangi sement turi-sulfatga chidamli portlandsement ixtiro qilinadi. Natijada qurilish materiallari ishlab chikarish bir necha marta ortdi. Mahsulotning sifati yaxshilandi, assortimenti kupaydi va yangi texnologik usullar joriy qilindi.

Hozirgi qurilish materiallari ishlab chikaradigan korxonalar yuqori unumli mashinalar bilan jihozlangan. Ishlab chiqarishdagi deyarli barcha texnologik boskichlar mexanizatsiyalashtirilgan. Ko'pgina korxonalarda esa avtomatik boshkaruvli konveyerlar ishlamoqda.

Temir-beton konstruksiyalarning vazni va ularga sarflanadigan material sarfini kamaytirish, chidamlilik muddatini oshirish, keng yuzali va yupqa konstruksiyalar yaratish, mustahkamligi yuqori bo'lgan betondan foydalanish hozirgi kundagi asosiy vazifalardan biridir, bu esa sement sifatini yanada yaxshilash va uning markasini oshirishni taqozo etadi. Beton va temir-beton ilmiy tadqiqot instituti tadqiqotchilarining fikricha, 300 markali beton tayyorlashda 400 markali portlandsementga nisbatan 500 va 600 markali portlandsement ishlatish quyidagi samarani beradi: sement sarfi 20% gacha kamayadi, zavodlarda buyumlarga issiqlik yordamida ishlov berish muddati 3...4 soat qisqaradi, ayni vaqtda texnologik liniyalarning unumdorligi va metall qoliplar ishlatilish tezligi ortadi, shu koliplarga bo'lgan ehtiyoj 15...20% kamayadi, monolit betonning qotish muddatini qisqartirish hisobiga tayyor konstruksiyalarni topshirish muddati taxminan 20% ga qisqaradi. Nihoyat, yuqori markali betonlardan keng ko'lamda foydalanish konstruksiyalarda material sarfini qariyb 20% va ularning tannarxini 8...10% kamaytirish imkonini beradi. Bu ishlarni amalga oshirish 500, 600 va undan yuqori markali sementlarni ishlab chiqarishga ko'p jihatdan bog'liq. Shunday qilib, sement aktivligining bir markaga ortishi (10MIIa) uni ishlab chiqarish miqdorini taxminan 15% ko'paytirish bilan barobar. Binobarin, beton konstruksiyalarining xilma-xilligi, qurilish ishlari sharoitining o'zgaruvchanligi va turli noqulay muhit omillari mutaxassislar oldiga maxsus texnik xossaga ega bo'lgan sement ishlab chiqarish vazifasini qo'yadi.

Hozirgi vaqtda gidroelektrostansiya va transport inshootalarida, oddiy va oldindan zo'riqtirilgan temir-beton buyumlar sanoatida, dengiz va okeanda olib boriladigan qurilishlarda, avtomobil yo'llari va aerodrom qurilishlarida, neft va gaz quduqlarini burg'ulashda, asbotsement mahsulotlari, o'tga chidamli beton va boshqalar ishlab chiqarishda maxsus sementlar keng ishlatilmoqda. Bulardan

tashqari, ular har qanday ob-havo sharoitida, yilning turli faslida ishlatilishi mumkin. Qurilish ishlarida texnikaning taraqqiyoti qurilish usullarini yanada takomillashtirish va avvaldan ishlatilib kelingan ayrim qurilish materiallari o'rniga yangi qurilish materiallari ishlab chiqarishni talab etadi.

Maxsus sementlar yaratish va ularni ishlab chiqarish sohasi sementshunoslik fani va texnologiyasining jadal sur'atlarda rivojlanishiga sabab bo'ladi. O'zining kimyoviy va mineralogik tarkibiga ko'ra bir-biridan farqlanadigan bunday sementlarga ehtiyoj yildan-yilga o'sib bormoqda. Shu ehtiyojni hisobga olib O'zbekiston olimlari sement sanoatchilari bilan hamkorlikda mahalliy xom ashyo sifatida O'rta Osiyo respublikalari uchun zarur bo'lgan maxsus sementlar yaratib, ishlab chiqarishga tavsiya etdilar. Sement ishlab chiqarish silikatlar kimyoviy texnologiyasi sohalaridan biri bo'lib, dastlabki xomashyoni kuydirilishida hosil bo'lgan klinker, maydalangandan so'ng suv bilan o'zaro ta'sirga kirishib toshsimon modda hosil bo'lishi fizik-kimyoviy jarayonlariga asoslanadi.

Beton tayyorlash texnologiyasini mukammallashtirishda o'zbek olimlarining ishlari alohida o'rin tutadi.

O'zbekistonda portlandsement xossalarini o'rganish va ularning ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirishda ko'pgina ilmiy tekshirish institutlari va laboratoriyalari hamda oliy o'quv yurtlari ish olib bormoqda. Respublikamizda juda ko'p mahalliy sement turlarini o'rganish va ishlatishga doir adbiyotlar nashrdan chiqqan.

O'zbekiston, sement sanoatining birinchi to'ng'ich Bekobod sement zavodi (qurilgan 1926 yildan) hozirgacha o'tgan vaqt ichida zamonaviy va to'la avtomatlashtirilgan og'ir industriya rayoniga aylandi. Respublikamizdagi qurilish materiallari, ayniqsa sement ishlab chiqaruvchi zavodlar yuqori unumli mashina va agregatlar bilan jihozlangan. Ayniqsa qurilish materiallarining «noni» bo'lgan portlandsementning salmog'i ancha ortmoqda.

O'zbekistonda katta hajmdagi qurilish ishlari va qurilish ishlarini industrialashtirish qurilish materiallari sanoatini yanada rivojlantirish zarurligini

taqozo etmoqda, shu jumladan asbestsement materiallari va buyumlarini ishlab chiqarish miqdorini oshirish zarurligini ko'rsatmoqda.

Qurilish materiallari ishlab chiqarish sanoatida asbestsement buyumlari ko'zga ko'ringan o'rinlarni egallab kelmoqda va fuqaro uy-joy va qurilish sanoatida keng qo'llanishga ega bo'lmoqda. Qurilish materiallari ichida asbestsement buyumlari qator ijobiy xossalari tufayli birinchi o'rinlaridan birini egallab kelmoqda.

Mustahkamlik, o'tga chidamlilik, havoga turg'unligi, engilligi kabi xossalari asbotsementlarning chidamliligini ta'minlab kelmoqda. Unga turli shakllarni berishning qulayligi, turli-tuman shakldagi qurilish materiallarni olish mumkinligi asbestsement buyumlarini ishlatish soxalarini kengaytirishga imkon bermoqda.

1-§ O'zbekiston kurilish materiallari sanoatining taraqqiyotining bosqichlari

Markaziy Osiyoda, jumladan O'zbekistonda sement sanoati vujudga kelishining o'ziga xos tarixi bor.

1926 yilning iyunida Markaziy osiyoda birinchi bo'lib O'zbekistonda ilk bor sement ishlab chikarila boshlandi.

Dastlabki uch yil davomida korxona portlandsement ishlab chikarishni o'zlashtirib, yiliga 28 ming tonnadan mahsulot berdi. O'sha kezlarda zamonaviy hisoblangan bu zavod soatiga 4 tonna klinker ishlab chikaradigan bitta 45 metrli aylanma pechga ega edi. Unda xom ashyo va klinkerni tuyuvchi sharli tegirmonlar va 1000 kVt quvvatli elektrostansiya bor edi,

1936-1937 yillardagi birinchi rekonstruksiya so'ng zavod yiliga 155000 tonna mahsulot bera boshladi. Zavod 1959 yili qayta rekonstruksiya qilinib, ancha kengaytirildi. Ikkita 118 metrli aylanma pech o'rnatildi. 1961 yili yana bitta 150 metrli pech ishga tushirildi. Natijada zavodning yillik quvvati 720000 tonnaga etdi. Endilikda zavod texnologiyasi uzluksiz takomillashib, ulkan korxonaga aylandi. 1970 yili korxona quvvati 800000 tonnani tashkil etgan bo'lsa. 1990 yil oxiriga borib sement ishlab chiqarish 1 million tonnaga yaqinlashdi. Bunga pechlarning quvvatini oshirish orqali erishildi.

Shuni aytish kerakki, mazkur zavodda dastlabki vaqtlarda sementning asosiy tarkibiy qismi bo'lmish ohaktoshdan tashqari Suluktadan keltiriladigan maxsus tuproqham ishlatilar edi. Geolog olim, O'zbekiston FA ning haqiqiy a'zosi A.S.Uklonskiyning taklifiga binoan 1927 yili Sulukta tuprog'i mahalliy lyoss bilan almashtirildi. SHundan beri respublika zavodlarida sement ishlab chiqarishning ikkinchi tarkibiy qismi sifatida mahalliy lyoss tuprog'i ishlatilmoqda. 1929 yili xukumat qaroriga binoan Quvasoy sement zavodi qurila boshladi. 1932 yilning 21 fevralida bu zavod ishga tushirildi. Birinchi yili Quvasoy zavodi 42,2 mln. tonna sement ishlab chiqardi. Ammo murakkab jarayonlarning ko'pchiligi qo'l kuchi bilan bajarilar edi. Texnologiya takomillashib, ishchi va injener-texnik xodimlar malakasining o'sishi tufayli birinchi besh yil ichida zavodning ishlab chiqarish quvvati 120500 tonnaga etdi. 1946-1951 yillarda zavod rekonstruksiya qilinishi natijasida sement ishlab chiqarish yiliga 200000 tonnani tashkil qildi. 1951-1959 yillar mobaynida Quvasoy zavodida katta rekonstruksiya ishlari amalga oshirildi, zavod kengaytirildi va 150 metrli pechlar bilan jihozlangan, to'la maxanizatsiyalashgan ikkita texnologik liniya ishga tushirildi. 1959 yilga kelib hamma pechlar gaz bilan ishlaydigan bo'ldi. Zavod quvvati 1960 yili 670000 tonnani, 1970 yili esa qariyb 800000 tonnani tashkil qildi. 1990 yil oxirida zavod 1 million tonnaga yaqin mahsulot berdi.

Ikkinchi jahon urishidan so'ng Rossiya zavodlaridan ko'chirib keltirilgan jihozlar hiobiga Angren shahrida bir soatda 6,2 tonna sement ishlab chiqarish quvvatiga ega bo'lgan, uzunligi 57,5 metr, diametri 3 metr bo'lgan bir pechli zavod qurildi. Kichik zavodlardan biri xisoblangan bu zavodning yillik quvvati 40 ming tonnaga ham etmas edi. Zavod 60-yillarning o'rtalarida qayta jihozlanib, 80 metrlik pechlar o'rnatildi. Zavodning o'rtacha yillik quvvati esa 50 ming tonnani tashkil etdi.

Respublikamizda oq va rangli sementga bo'lgan ehtiyoj juda katta ekanligini hisobga olgan holda Angren sement zavodi oq sement ishlab chiqarishga qayta jihozlandi. Bunda laboratoriya va zavod sharoitida Angrendagi past sifatli kaolinitli tuproqdan va Ohangaron ohaktoshidan juda yaxshi pishadigan yuqori

mustahkamlikka ega bo'lgan oq sement olish mumkinligi ko'rsatib berildi (M.G'ulomov tavsiyasiga binoan). Bunday sementga turli rang berish ham oson. Shuning uchun zavod ok sement ishlab chiqarishga mo'ljallab jihozlana boshlandi. 1977 yilning boshiga qadar Angren sement zavodi yiliga 60 ming tonna oq sement ishlab chiqardi.

Sement sifatini, xususan, uning oqlik darajasini oshirish va rangli sement xillarini ko'paytirish maqsadida Angren sement zavodini yangi texnika bilan qayta jihozlash va 2-pechni o'rnatib ishga tushirish zarurati to'g'ildi. Bu tadbirlarning amalga oshirilishi natijasida zavod quvvati ikki marta ortdi.

1968 yilning boshida Ohangaron sement zavodi ishga tushirildi. Hozirgi Ohangaron sement zavodi yiliga qariyb 2 million tonna sement ishlab chiqarmoqda.

O'zbekiston sementchilari olimlar bilan hamkorlikda ish olib borib, uysozlik zavodlariga tez qotadigan sement, irrigatsiya inshootlari uchun sulfatga chidamli sement, neft va gaz quduqlari uchun tamponaj sement, yo'l qurilishi hamda pardoqlash ishlariga – oq va rangli sement hamda boshqa xil sement ishlab chiqarishni o'zlashtirdilar.

Korxonalaridagi mavjud imkoniyatlardan to'liq foydalanish, yangi xom ashyo manbalarini so'nggi texnologik sxemalari asosida qo'llash loyihalari yaratilmoqda. Ohangaron kaolini, aluniti, Olmaliq, Samarqand ammos fos zavodlarining chiqindisi-fosfogips va boshqa mineral xom ashyolarni kompleks qayta ishlash natijasida qo'shimcha ravishda ko'plab sement tayyorlash mumkin bo'ladi.

«Yujgiprotsement» instituti loyihasi (Ukraina Respublikasi) asosida kad ko'targan Navoiy sement zavodi ko'p jihatlariga ko'ra odatdagi korxonalardan farqqiladi. U O'rta Osiyoda birinchi marotaba «quriq usul» deb ataladigan texnologiya asosida ishlaydi. Bunda xom ashyoni kuydirish uchun sarflanadigan yonilg'ining 30...35 % ti tejiladi. Bu usul yordamida olib boriladigan ish jarayonida ko'p chang ajralib chiqqanligi uchun uzoq vaqt qo'llanilmay kelindi. Haqiqatan ham sement changi havoni ifloslantirib, atrof-muhitga ma'lum darajada zarar keltirar edi. Yangi korxonada xom ashyoni kuydirishga tayyorlovchi ulkan (balanligi 20 qavatlik

binoga teng) siklonli issiqlik almashtirgichlar o'rnatilgan. Ular qo'shimcha chang tozalash moslamalari bilan birgalikda havoni ham tozalaydi.

Ishlab chiqarish jarayonlarini mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish darajasi bu korxonada yuqori. Hozirgi zavodlarda ishlab turgan eng yirik aylanuvchi pechlarning diammetridan bir yarim, ikki barobar katta-etti metr diametrli va uzunligi 95 metr bo'lgan pechlar ilk bor o'rnatilmoqda. Ular har bir ishchi hisobiga 2700 tonna sement ishlab chiqarishni ta'minlaydi. Bu hozirgi kunda g'oyat yuqori ko'rsatkichlar hisoblanib, AQSH va Yaponiyaning eng ilg'or sement zavodlari ko'rsatkichidan ancha ko'p.

Xom ashyoni kondan uzatish, uni dozalash, pishirish, tuyish, texnologik rejimlarning to'g'ri ishlashini ta'minlash kabi jarayonlar programmali boshqaruvchi va avtomatik tuzilmali elektron hisoblash mashinalari yordamida kuzatib turiladi. Hozirgi vaqtda ishlab turgan pechlarga siklonli issiqlik almashtirgichlar o'rnatilsa, ish unumli 20...25% ga ortadi, yonilg'i sarfi 30...35%, shuningdek, mablag' va metall sarfi sezilarli darajada kamayadi.

Hozirgi vaqtda mamlakatimizda sementni «quruq» usulda ishlab chiqarish tayyorlanayotgan jami sementning 50 % ni tashkil etsa, ayni vaqtda bir qator xorijiy mamlakatlarda mazkur usul etakchi hisoblanadi. Bu usul salmog'i Yaponiyada 78%, Germaniyada 76%, Chexiyada 64%, Vengriyada 55%, Bolgariyada 45%, AQSH da 42% ni tashkil etadi. Mamlakatimizdagi sement zavodlarini «quruq usulga o'tkazish so'zsiz katta iqtisodiy samara beradi. Sement kimyosi masalalari dunyo olimlari tomonidan amalga oshiriluvchi fundamental ilmiy izlanishlardandir. Ushbu ilmiy izlanishlar natijalari sement kimyosi bo'yicha o'tkaziluvchi yirik xalqaro forumlar – kongresslarda umumlashtiriladi va muhokama etiladi. Ushbu qurilish materialining o'rtacha yillik o'sishi 6 % dan ortadi, bu esa sement ishlab chiqarishining rivojlanishini boshqa sanoat mahsulotlariga nisbatan ancha yuqori ekanligidan guvohlik beradi. YUqoridagi raqamlar sementning jahon mamlakatlardagi ishlab chiqarish kuchlarining rivojlanishdagi rolini ko'rsatadi.

Sement ishlab chiqarish bo'yicha O'zbekiston Respublikasi jahonda salmoqli o'rin egallaydi. 2009 yilda mamlakatimizda 7 mln.t.ga yaqin sement ishlab chiqarilgan. Hozirda sement to'g'risidagi fanning rivojlanishiga, sement kimyosining nazariy asoslarini ishlab chiqish va uning ishlab chiqarish texnologiyasini yanada takomillashtirishga katta ahamiyat berilmoqda.

O'zbekistonda hozirgi paytda asbest-sement mahsulotlarini Quvasoy, Oxangaron, Bekobod va Navoiy shaharlarida joylashgan sement korxonalari qaramog'idagi sexlarda va kichik korxonalarda ishlab chiqarilmoqda. Bu xildagi mahsulot ishlab chiqaradigan korxonalar respublikamizda 1960 yillardan boshlab tashkil etilgan va keyinchalik takomillashtirilgan. Jumladan Oxangaron korxonalar birlashmasida mavjud texnologik liniyalardan birinchisi 1963 yilda ishga tushirilgan bo'lsa, II va III chisi 1964, qolganlari esa 1965 yilda. Bekobod korxonasidagi shifer tayyorlaydigan II texnologik liniya 1975 yilda takomillashtirilgandan so'ng SB-40-175 xildagi shifer ishlab chiqarila boshladi.

O'tgan 82 yil davomida, albatta bu sanoat korxonalarida ham katta o'zgarishlar sodir bo'ldi, 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 qoliplovchi mashinalar sanoat korxonalarida ishlay boshladi. Vatanimizda ishlab chiqarilayotgan asbest-sement materiallari o'z sifatiga ko'ra dunyoning ko'pgina yirik mamlakatlarida tayyorlanayotgan ana shunday mahsulotlarga qo'yiladigan talablarga to'la javob bera oladi

2-§ Ilmiy-texnika taraqqiyotining kurilish materiallari sanoatidagi samaradorligi

Mamlakatimiz qurilish materiallari sanoati zamonaviy asbob-uskuna, ilg'or texnologiya va ishlab chiqarilishning -konveyer metodlari, avtomatlashtirishning zamonaviy vositalaridan foydalanishga asoslangan, yuqori darajada rivojlangan sanoat tormog'iga aylanmoqda. Mohiyatiga ko'ra qurilish materiallari sanoatining

hozirda bir qancha muhim tarmoqlari, ya'ni sement, yig'ma temir-beton, asbotsement va boshqalar vujudga keldi.

Eng keng tarqalgan qurilish materiallaridan biri sement qurilish «noni» dir. Yuqorida aytib o'tilgan murakkab vazifa sement sanoatini texnik jihatdan qayta qurollantirish va shu yo'l bilan texnologik jarayonlarning yuqori samaradorligiga erishish bu sohaning jadallik bilan rivojlanishgiga olib keladi.

Ushbu tarmoqning texnikaviy bazasini quyidagi muhim omillar bo'yicha yanada rivojlantirish mumkin:

1. Yangi va yanada unumli pechlar, tegirmonlar, shuningdek boshqa turdagi asbob-uskunalar (agregatlar, mashina, mexanizm va apparatlar)ni joriy etish va o'zlashtirish.
2. Asbob-uskunalarni modernizatsiyalash.
3. Mavjud texnologik jarayonlarni takomillashtirish va yangi texnologik jarayonlarni joriy qilish.
4. Ishlab chiqarishdagi og'ir va sermehnat ishlarni mexanizatsiyalashtirish va kompleks avtomatlashtirish.
5. Ilmiy tadqiqotlar natijalarini ishlab chiqarish amalyotiga tadbqiq etish.
6. Materiallar va yonilg'ilarning yangi turlarini ishlatish, asosiy hamda yordamchi materiallar xom ashyosining sifatini o'zgartirish.

Sement sanoati korxonalarining texnik darajasini oshirishning asosiy yo'nalishlaridan biri yangi, ko'p quvvatli asbob-uskunalar yaratish va o'zlashtirishdir. Shuni aytish kerakki, sement ishlab chiqarish hajmi faqat yangi zavodlar qurish hisobiga emas, balki klinker kuydiriladigan pechlar va maydalash agregatlarining yangi turlarini joriy qilish bilan ham oshiriladi. Hozirgi vaqtda qullanilayotgan uzunligi 150-185 m, diametri 4-5 m bo'lgan aylanma pechlar o'rniga yaqin vaqtlarda dunyoda eng yirik pechlar-uzunligi 230 m va diametri 7 m bo'lgan, soatiga 125 tonna yoki yiliga 1 million tonna klinker ishlab chiqarish quvvatiga ega bo'lgan pechlar, shuningdek, diametri 7 m, uzunligi 95 m va siklon issiqlik almashtiruvchisi bo'lgan pechlar qo'llaniladi. Yangi pechlar 150 metrli pechlarga

nisbatan 5 marta, 185 metrli pechlarga nisbatan esa 1,7 marta unumli. Ishlab chiqarish quvvati hisobidagi solishtirma kapital sarflar tegishli 40...15%, klinker kuydirish tannarxi 20...10% gacha kam. Mamlakatimizdagi Navoiydagi sement zavodida ikkita shunday liniyalar bor. Yuqori unumli asbob-uskunalar qo'llanilishining katta iqtisodiy samara berishiga Ohangaron sement kombinatida ishga tushirilgan 7 kilometr uzunlikdagi lentali transportyor yaqqol misol bo'ladi. U maydalash fabrikasidan ohaktosh etkazib beradi. O'n yillar mobaynida bu transportyor nuqsonsiz ishlamokda. Lentaning tutashadigan qismlari uzilganda vulkanizatsiya usulida birlashtiriladi. O'n yillar mobaynida umumiy uzunligi 14000 metrlik lentaning 700 metri yoki 5 protsenti almashtirildi. Uch smenali ishda transportyorga 26 kishi xizmat qiladi. Avtomobil transportiga karaganda, transportyorda tashilganda xom ashyoning tannarxi kamayib kelmoqda. Texnika yutuqlarini joriy etishning yana bir yo'li asosiy texnologik asbob-uskunalarini modernizatsiyalash buniyicha kompleks ishlar olib borishdir. Masalan, Ohangaron sement zavodlarida pech sovutqichlari va yuritmalarini o'zlashtirish orqali aylanma pechlardan foydalanish ancha yaxshilandi, natijada ulardan foydalanish ko'effitsienti 1...1,5% ortdi. Bekobod sement kombinatida aylanma pech rekonstruksiya qilindi (diametri 3 metrdan 3,6 metrgacha kattalashtirildi). Natijada, mehnat unumdorligi ortdi. Hozirgi kunda boshqa pechlar ham rekonstruksiya qilinmoqda.

1-jadvaldan ko'rinib turibdiki, 3,6x3,3x3,6x150 m o'lchamli pechlarda katta rekonstruksiya ishlari olib borish, ularni 170 metrga qadar o'zaytirish, diametrini esa 4,6-5 metrgacha kengaytirish, takomillashgan klinker sovutgichlar o'rnatish pechlarning samaradorligini oshiradi. Bundan tashqari, pechlar yanada takomillashgan tayanch qurilma konstruksiyalarga, kuydirish jarayonlarini avtomatik rostlash sistemasi, pechning holatini va korpus qizishini kuzatuvchi apparatlarga ega bo'lishi kerak.

Hozirgi vaqtda 5x185 metr o'lchamli yirik pechlarni modernizatsiya qilishning eng samarali usullari izlanib yotadi. Quvasoy sement kombinatida eski, ish

unumi past aylanma pechlarni unumi yuqori pechlar bilan almashtirilishi natijasida unumdorlik oshdi. Shuningdek, texnologik jarayonlarni takomillashtirish hamda yangilarini joriy etish asosida ham sement ishlab chiqarish ko'paymoqda. Chunonchi, 5x185 metr o'lchamdagi pechlar bilan zamonaviy texnologik liniyalarini ishga tushirish texnologik asbob-uskunalari og'irligini 3,6x3x3,6x150 metr o'lchamli pechga nisbatan (bir soatdagi unumdorlikning 1 tonnasi hisobida) 15%, qurilish taxmini 30%, kapital mablag'larini 12%, mehnat sarfini 2,5%, kuydirish tannarxini 15% kamaytirish imkonini beradi.

To'rt texnologik liniyaga ega bulgan, yiliga 2,4 million tonna mahsulot ishlab chikarish quvvatiga ega bulgan 5x185 metr o'lchamli pechlar bilan jihozlangan sement zavodlariga nisbatan, quvvati 1,2 million tonna bo'lgan ikkita shunday texnologik liniyali zavodlarning 1 tonna quvvatga solishtirma kapital mablag'lar sarfi 15...20%, tannarxi esa 5% kam, 2,4 million tonna mahsulot ishlab chiqarish quvvatiga ega bo'lgan zavod uchun solishtirma kapital mablag'lar va mahsulot tannarxini hisobga oluvchi, hamda sement 700 kilometr masofaga tashilgandagi sarflar 1,2 million tonna mahsulot etkazish quvvatiga ega bo'lgan va sementni 300 kilometr masofaga tashiladigan zavod sarflari bilan bir xil. Hozir mamlakatimizda barcha sementning 50 protsentga yaqini ho'l usulda ishlab chiqarilmokda. Lekin yangi texnologik negizida qayta vujudga kelgan va ancha tejamli hisoblangan «quruq» usulning istiqboli porloq.

Sutkasiga 3000 tonna klinker ishlab chikarish quvvatiga ega bo'lgan 7x6,4x95 metr o'lchamli pechda quruq usulda ishlab chikarish texnologiyasini yaratish va joriy etish muhim ahamiyatga ega (Qizilqumsement zavodi). Mazkur qurilmaning samarodarliligini shundan ham bilish mumkinki, bu usul liniyalaridagi ishchilarning mehnat unumi hozirda mavjud liniyalardagi ishchilarning ish unumidan taxminan ikki marta ko'p. Shu bilan birga 1 tonna klinker olish uchun sarflanadigan yonilgi 1,5...2 marta kamayadi.

Bekobod, Quvasoy va boshqa sement zavodlari 60 metrdan 100 metrgacha uzunlikdagi pechlar bilan jihozlangan. Ularni siklonli issiqlik almashtirgich oʻrnatish yoʻli bilan quriq usulga oʻtkazish maqsadga muvofiq.

Mamlakatimiz, jumladan, respublikamizdagi sement sanoatining barcha korxonalarida asosiy texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish, sermehnat ishlarni mexanizatsiyalashtirish, mahsulot sifatini yaxshilash borasida koʻplab tadbirlarni amalga oshirish belgilangan.

1-jadval

Rekonstruksiya qilingan pechlar mahsulot ishlab chiqarish haqidagi baʼzi maʼlumotlar (Yujiprotsement maʼlumotlari)

Rekonstruksiya xarakteri	Pechlar soni	Klinker ishlab chiqarishning yillik oʻsishi (ming tonna)	
		Hamma pechlarda	Bitta agregatda
Uzunligi 108 metrgacha boʻlgan va issiqlik almashtiruvchi qurilmalarsiz pechlarda, asosan bugʻlanish zonasi diametrini kengaytirish yoʻli bilan profilni oʻzgartirish	90	2000	22
Shaxta pechlarida dam berish asbobining qayishqoqligini oshirish	22	600	27
Qisqa pechlar diametrini 3,6 metrgacha kengaytirish, shlam konsentratorlari oʻrnatish	30	1500	50
Uzunligi 127 va 118 metrli pechlar diametrini 3,6 metrgacha kengaytirish	30	1500	50
Uzunligi 150 metr boʻlgan pechlar diametrini 4 metrgacha kengaytirish	7	500	70

Ishlab chiqarish jarayonini quruq usulda olib boriladigan qisqa pechlar diametrini 3,6 metrga qadar kengaytirish, siklonli issiqlik almashtirgichlar o'rnatish	6	600	100
Ishlab chiqarish jarayoni quruq usulda olib boriladigan 3x50 metr o'lchamli pechlarni 3,6x118 metr o'lchamli pechlar bilan almashtirish	-	190	95

Avtomat tarzda ag'daruvchi vagonlar, toshqol, gips va boshqalarni bo'shatuvchi tebranma ag'dargichlarning qo'llanilishi mehnat unumdorligini 25% gacha oshiradi. Masalan, birgina respublikamizning o'zida tashish, saqlash, ortish-bo'shatish jarayonlarida jami sementning 6...8% isrof bo'ladi. Isroflangan sementni o'rtacha bir protsent kamaytirish hisobiga yiliga bir necha ming tonna sement tejash mumkin.

Pech va kukunlash agregatlarining texnologik jarayonlari avtomatik tarzda sozlanib turilishi lozim. Hisoblashlardan ma'lum bo'lishicha, pechlardan (4x150; 4,5x170 va 5x185 metr) ilg'or zavodlarda erishilgan o'rtacha progressiv darajaga etkazib foydalanish ana shunday pechli zavodlar gruppasida ishlab chiqarish unumdorligini 7...10% ga oshirish imkonini beradi. SHuni ham aytish kerakki, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va mexanizatsiyalashtirish aylanma pechlardan ham yaxshi foydalanish imkonini beradi.

Ilmiy tadqiqotlar borasida ham sementchi mutaxassislar oldida katta vazifalar bor. Bunday tadqiqotlardan muhimi sutkasiga 5000 tonna (soatiga 200 tonna) klinker ishlab chiqarish quvvatiga ega bo'lgan, aylanma pechli avtomatlashtirilgan liniyada sementni quruq usulda ishlab chiqarish uchun zaruriy texnologiya va qurilmalar yaratishdir.

Navoyida ishga tushirilgan sement zavodi 7x6,4x95 metr o'lchamli aylanuvchi pechga ega bo'lgan uchta texnologik liniyada bo'lib, har biri soatiga 125 tonna

klinker etkazib beriyapti. Loyihaviy yillik sement ishlab chikarish quvvatini 3400 tonnaga 1990 yili etkazildi. Ikkinchi bosqichda belgilanganiga ko'ra, alohida texnologik jarayonlarning istiqbolini hal etishni hisobga olib, zavodlarning yillik quvvati 4,6 million tonna bo'lishi ko'zda tutilgan. Loyihada keltirilishicha, 3 va 4 liniyani qurish va barcha texnologik jarayonlarda katta quvvatga ega bo'lgan asosiy hamda yordamchi asbob-uskunalar ishlatish, xom ashyo aralashmasi tayyorlash, xom ashyoni maydalash va quritish, klinkerni kuydirish hamda sovitish, sementni kukunlash va tayyor mahsulotni ortishni o'z ichiga olgan ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirishni ta'minlovchi avtomatlashtirilgan boshqarish sistemasini tatbiq etish mo'ljallangan. Bundan tashqari, changli gazni va havoni tozalash, ish jarayonida chang chiqaruvchi barcha asosiy hamda yordamchi texnologik jarayonlar aspiratsiyasining samarali sxemalarini ishlatish ko'zda tutilgan.

Respublikada ishlab chiqarilayotgan sementning sifat strukturasi yanada yaxshilanib, sement xillari ham kupayadi. Sementning tez qotadigan, o'ta mustahkam, kengayuvchi, plastifikatsiyalanuvchi, gidrofob, manzarali (oq va har xil rangli) va boshqa qimmatli energiya tejamligi texnologiya buyicha maxsus xillarini ishlab chiqarish hajmi ancha ortadi.

3-§ Anorganik (mineral) bog'lovchi materiallar

Anorganik yoki mineral bog'lovchi materiallar kukunsimon bo'lib, mayda va yirik to'ldirgichlar bilan birga suvda qorilganda suyuq yoki plastik qorishma hosil qiladi va asta-sekin qotishi natijasida su'niy toshga aylanadi. Anorganik bog'lovchilarni ishlatishga va xossalriga kura quyidagi gruppalariga bo'lish mumkin:

1. Havoda qotadigan bog'lovchi materiallar: ohak, gips va kaustik magnezit;
2. Gidravlik bog'lovchilar. Bunday materiallar faqat havoda emas balki suvda va namlikda ham qotish xususiyatiga ega. Masalan, portlandsement, gidravlik ohak, qumtuproqqo'shilgan sement, putssolan portlandsement, shlakli portlandsement, kengayuvchi sementlar va boshqalar;

3. Kislotalarga chidamli bog'lovchilar. Bunday bog'lovchilarning qotish jarayonidan keyingi mustahkamligining ortishi kislotalar ta'sirida ham davom etadi. Bunga kislotaga chidamli eruvchan suyuq shisha, asosida olinadigan sementlar va qorishmalar misol bo'ladi.

Yuqorida keltirilgan bog'lovchilar asosida g'isht terish va suvoqchilik uchun qorishmalar, beton va temir–beton konstruksiyalar hamda kotish jarayoni *avtoklav* deb ataluvchi qozonlarda ro'y beradigan buyumlar tayyorlanadi. Qurilishlarda buyum xossalarini va bog'lovchi materiallarni tejash maqsadida quyidagi maxsus qo'shimchalar ham ishlatiladi:

1. Bog'lovchi materiallarni chuchuk hamda sulfat tuzlariga to'yingan suvlar ta'sirida chidamliligini oshirish maqsadida ishlatiladigan gidravlik yoki aktiv mineral qo'shilmalar-trepel, opoka, diatomit, trasslar, pemza, vulqon kuli va tufi, aktiv kremniy chiqindilari, kuydirilgan gil, gliej, kuygan jinslar va shlaklar.

2. Bog'lovchi materiallarni tejash uchun to'ldirgichlar sifatida mayda qilib to'yilgan qum, ohaktosh, dolomit, tabiiy changsimon kvars qumi, shlak va boshqalar.

3. Sementlarning tishlashuvini tezlatuvchi va susaytiruvchi materiallar: tezlatuvchilar-kalsiy xlorid (CaCl_2), natriy xlorid (NaCl), xlorid kislota (HCl), eruvchan shisha (Na_2SiO_3), soda; susaytiruvchilar-gips, sulfat kislota, sulfit oksidli temir va boshqalar.

4. Sementning qotishini tezlatuvchi va mustahkamligini oshiruvchi qo'shimchalar kalsiy xlorid va xlorid kislota.

5. Beton va qotishmani sovuqqa chidamliligini, plastikligini oshirish uchun ishlatiladigan organik va anorganik qo'shilmalar, sulfat spirt bardosi (SSB), etmak (ko'pirtiradigan daraxt ildizi), sovun chiqindisi, gil, bentonit, trepel va boshqalar. Bog'lovchi materiallarni ishlatishda ular quyidagi talablarga javob berishi lozim: qorishmaning tishlashish davri, normal qorishma olish uchun suv miqdori, suvning qorishma bilan birikish darajasi, tishlanishdagi issiqlik miqdori va hokazolar.

Bog'lovchi materialni suv bilan qorishtirganda qattiqholatga o'tgunga qadar ketgan vaqt uning *tishlashish davri* deb ataladi. Qorishmada suv qanchalik ko'p

bo'lsa, uning tishlashishi shuncha sekin bo'ladi. Shuning uchun normal qorishma tayyorlashda avvalo suv miqdorini aniqlab olish kerak. Har bir bog'lovchi uchun suv miqdori uning og'irligiga nisbatan protsent hisobida GOST da belgilangan norma bo'yicha aniqlanadi.

Bog'lovchi material suv bilan qorishtirilganda fizik-kimyoviy jarayonlar natijasida quyuqlasha boshlaydi, uning qo'zg'aluvchanligi kamayadi. Bunga bog'lovchi modda tishlashishning *boshlanish davri*, qo'zg'aluvchanligi butunlay yo'qolgandan keyin esa *oxirgi davri (qotish)* deb ataladi. Tishlashish davriga qarab bog'lovchilar uch gruppaga bo'linadi.

a) tez tishlashuvchi-tishlanishining boshlanish davri 3....10 minut. Bunday bog'lovchilarni ishlatish noqulay bo'lganligi sababli, unga tishlashishni susaytiruvchi maxsus moddalar, masalan, qurilish gipsi qo'shiladi;

b) normal tishlashuvchi-tishlashishning boshlanish davri 30 minutdan keyin, oxiri esa 12 soatgacha davom etadi. Bunday bog'lovchilarga beton va qorishmalar tayyorlashda ko'p ishlatiladigan barcha sementlar kiradi;

v) sekin tishlashuvchi-tishlanishning oxirgi davri 12 soatdan keyin boshlanadigan materiallar.

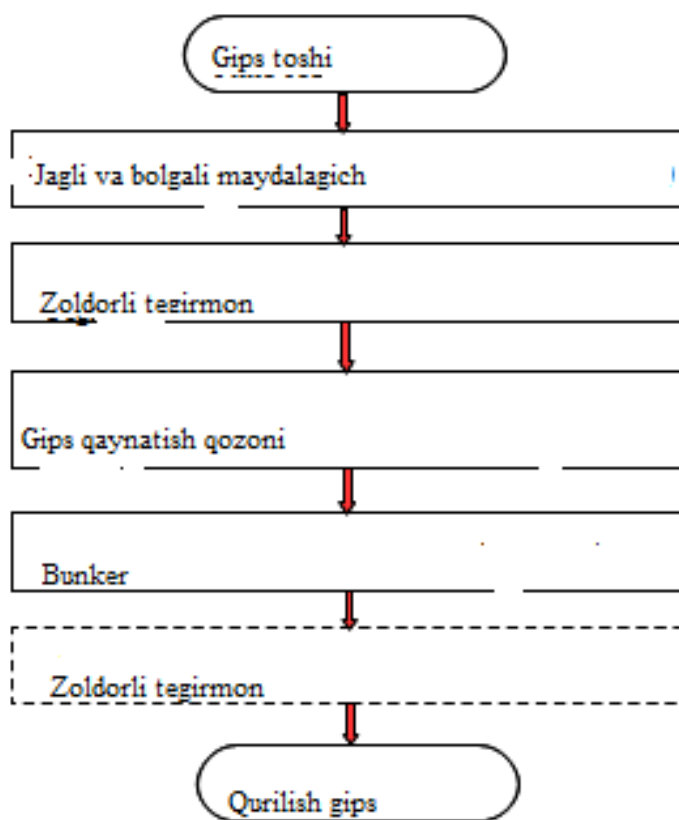
Normal qorishma tayyorlashda suv (aslida bog'lovchining kimyoviy birikishi uchun sarflanadigan suv) kerakli miqdoridan ko'p olinadi. Shuning uchun qorishma qotgandan keyin ham undagi mayda kapillyarlar va g'ovaklarda birikmagan erkin suvlar ko'p bo'ladi. Erkin suvlar asta-sekin bug'lanib, sementning g'ovakligini oshiradi. Binobarin, beton yoki boshqa qorishma tayyorlaganda suv miqdori ko'p olinsa, uning g'ovakligi ortadi, natijada uning mustahkamligi kamayadi. Barcha bog'lovchilar tishlashish va qotish jarayonida o'zidan issiqlik chikaradi. Bog'lovchining tishlashish davri va qotish jarayoni tez bo'lsa, uning issiqlik chikarishi ham ortadi. Bog'lovchilarning o'zidan issiqlik chikarish xususiyati, ayniqsa sovuqda beton va boshqa qorishmalar tayyorlashda katta ahamiyatga ega. Ammo juda yirik yaxlit beton inshootlar qurishda, masalan, gidrotexnik qurilishlarda

betonning ichki qismidagi issiqlik tashqi qismidagiga nisbatan ortib (ayrim hollarda 100°C gacha etadi) temperaturalar farqi ko'payadi. Natijada betonning notekis sovishi boshlanadi, bu esa beton plitasida darzlar hosil qiluvchi deformatsiyalanishga olib keladi. Shuning uchun, gidrotexnik qurilishlarda o'zidan kam issiqlik chikaruvchi maxsus sementlar ishlatiladi.

2 bob Havoda qotadigan bog'lovchi materiallar

Gipsli bog'lovchi moddalar. Gipsli bog'lovchi moddalar ko'ydirilgan 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 temperaturasiga 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



1-Rasm. Qurilish gips ishlab chiqarish texnologik sxemasi
sanoat chiqindilarini pishirib gipsli bog‘lovchilar olinadi. 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 65°C 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 ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$) 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.

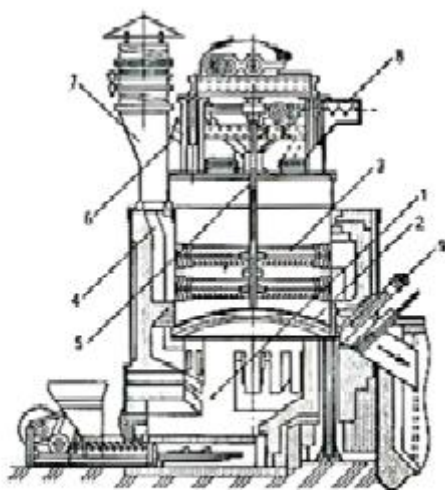
Gips ishlab chiqarish. Qurilish gipsi uch xil usulda ishlab chiqariladi:

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.



2-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 m³ 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.

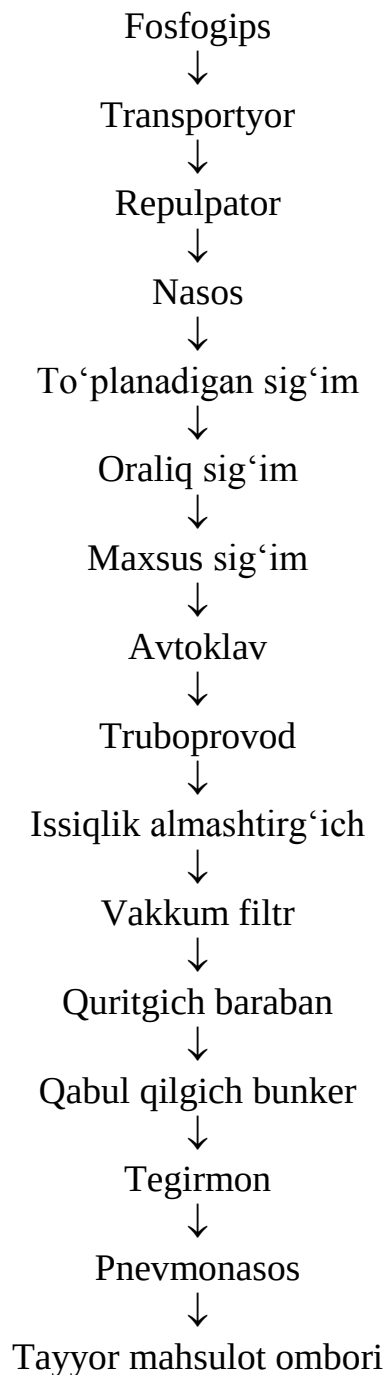
MDX dagi ko'pgina ilmiy tadqiqot muassasalari fosfogips chiqindilaridan foydalanish masalasi ustida tadqiqot ishlari olib bormoqdalar. Armaniston Respublikasi FA Umumiy anorganik kimyo institutining VNIStrom (Rossiya) bilan xamkorlikda ishlab chiqqan fosfogipsdan texnikaviy gips ishlab chiqarish metodi-suyuq 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»ga 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 $90...95^{\circ}\text{C}$ 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.



3-Rasm.Fosfogipsni α -yaringidratga aylantirish sxemasi

1-§ 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.

Tarkibida ikki molekula suv bo'lgan gips monoklin singoniyaga mansub. Uning kristalli to'ri Ca^{2+} ionlar hamda SO_4^{2-} sulfat tetraedrallarini 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-} ionlari 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 $2200 \dots 2400 \text{ kg/m}^3$ ni tashkil qiladi. Gipsdan tayyorlangan shag'alning hajmiy massasi $1300 \dots 1600 \text{ kg/m}^3$ dan iborat bo'lib, namligi keskin raishda $3 \dots 5 \%$ 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°S 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 gidrati ishtirok etsa, kalsiy sulfatning eruvchanligi susayadi. Gipsning suyultirilgan xlorid kislotasi va azot kislotalaridagi, shuningdek ayrim tuz eritmalaridagi eruvchanligi suvdagiga nisbatan yuqori.

Issiqlik o'tkazuvchanlik gipsda past bulib, 1,6...46°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 kg/m³.

2-§ 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.

3-§ 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 eritmada 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 strukturasida 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 IIqatele 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 aylanguniga 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 suspeiziyalarida 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 - $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$ 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 xossalriga va ular bilan suv o'rtasida reaksiya ketadigan sharoitlarga bog'lik. 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 birikishi uchun imkoniyat shuncha qulay hisoblanadi.

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. Kayta 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 kobiliyatga 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 mexanizmida biror mustahkamlikka erishish kuyidagicha namoyon bo'ladi. Bog'lovchi modda qotishining boshlang'ich bosqichida gellar xususiyatiga ega bo'lgan yuqori darajada dispers holdagi 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 xaqtida 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 sakrashsiz $8...15$ 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.

4-§ 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'shimchalar 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 xossalariidan 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 imkoni 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 $2500 \dots 2800 \text{ kg/m}^3$, uyum tarzidagi hajmiy massasi $800 \dots 1100 \text{ kg/m}^3$, zichlashtirilgan holdagi hajmiy massasi $1250 \dots 1450 \text{ kg/m}^3$) 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.

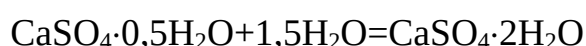
Gips qayta quritilganda uning mustahkamligi yana tiklanadi. Gipsdan tayyorlangan mahsulotning suvga bu qadar chidamsiz bo'lishining asosii sababi shundaki, suv pardalarining qotgan gipsdagi kristall strukturalari ayrim elementlarni ajratib, parchalovchi ta'sir ko'rsatadi. Gipsdan tayyorlangan mahsulot 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.

Shuniaytib 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.

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 ($0,13 \dots 0,2$ 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...1100 kg/m³, zichlantirilgandagi hajmiy massasi 1200... 1500 kg/m³.

Kam kuydiriladigan gipsli bog'lovchi moddalardan farqli ravishda angidritli sementning hajmi qotayotganda kengaymaydi. Bu sement gidravlik xususiyatlariga ega emas. U nam havo muxitida 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. Uyning 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...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...700°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 boshlanishi 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...1100°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 g/sm³, hajmiy massasi 900...1100 kg/m³. 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%, SO_3 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.

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 chikarmoqda.

Tabiiy angidrid sement. Respublikada yuqori sifatli tabiiy angidrid zaxiralarining juda ko'p tarqalganligini havoda qotadigan bog'lovchi angidrid sementini ko'p miqdorda (pishirilgan va pishirilmagan xillari) ishlab chiqarish imkonini beradi.

Xom ashyo tarkibida aktiv moddalarning ko'p bo'lishi uni umuman pishirmay, faqat mexanik yo'l bilan qayta ishlab mustahkamligi talab qilingan ko'rsatkichli bog'lovchi modda olish mumkinligi aniqlandi. Angidrid sementning mustahkamligi qurilish gipsi mustahkamligiga nisbatan yuqori. Bu sementga ohak kukuni, portlandsement va shu kabi aktiv moddalar qo'shilsa, uning siqilishidagi mustahkamligi 19,8...20,5 MPa gacha etadi.

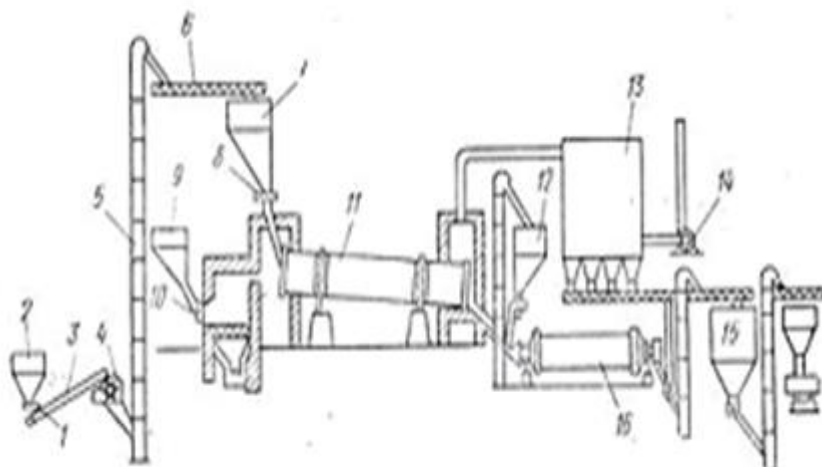
Pishirmay tayyorlanadigan, shuningdek, talab qilingan mustahkamlikka ega bo'lgan angidrid sementni ko'plab ishlab chiqarish iktisodiy jihatdan katta ahamiyatga ega.

5-§ Juda katta xaroratda kuydiriladigan gips (ekstrix-gips)

Ikki molekula suvli gips yoki angidridni 800-1000⁰S temperaturada kuydirib olingan mahsulot tuyilsa, ana shunday gips tayyor bo'ladi.

Juda katta temperaturada kuydirilgan gipsning angidrid sementdan farqi shundaki, u katalizatorsiz ham qota beradi. Crunki gips ko'rsatilgan temperaturalarda kuydirilganda CaSO_4 qisman parchalanadi, ya'ni CaO erkin holatda yoki $m\text{CaSO}_4 \cdot n\text{CaO}$ tipida kalsiy sulfat asosiy birikmalari tarzida ajralib chiqadi. Xuddi ana shu birikmalar katalizatorlar hisoblanadi. Ular ishqoriy muhit vujudga keltiradi. Natijada juda katta temperaturada kuydirilgan gipsning eruvchanligi yanada oshadi va shu bilan ikki molekula suvli gipsning hosil bo'lish jarayoni tezlashadi. Ikki

molekula suvli gips kristallarining hosil bo'lishi esa angidrid sement qotayotgan vaqtdagidek asosiy qotish jarayoni hisoblanadi.



4-Rasm. Qurilish gipsining ishlab chiqarish sxemasi.

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.

1. Tayyorlash texnologiyasi

Juda katta temperaturada kuydirilgan 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'txonal 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.

2. 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 temperaturada kuydirilgan gips qurilishbop gipsga qaraganda ancha mustahkam. Bunga asosiy sabab shuki, qorish uchun ozgina suv qo'shiladi (normal quyruq 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 temperaturada 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 juda katta temperaturada kuydirilagan gips ham ana shu maqsadlarda ishlatiladi. Bundan tashqari, undan choksiz pollar qurishda, deraza tagi taxtalari, zinalar va manzarali plitalar tayyorlashda foydalansa ham bo‘ladi.

3-bob Fosfogipsning fizik-kimyoviy xossalari, undan qurilish materiallari sanoatida foydalanish imkoniyatlari

1-§. Fosfogipsning tarkibi, tuzilishi va fizik-kimyoviy xossalarini tadqiq etish

Turli konlardagi fosfor rudalari o'zlarining mineralogik tarkibi, strukturasi, tuzilishi, aralashmalarning tarkibi va miqdoriga qarab fizik va kimyoviy xossalari bo'yicha bir-biridan farq qiladi hamda ikki asosiy turga - apatit va fosforit kabi fosfor rudalariga bo'linadi.

Apatit rudalari asosan kalsiy-ftorapatit $3\text{Ca}(\text{PO}_4)\text{CaF}_2$ shuningdek gidrosilapatit $3\text{Ca}(\text{PO}_4)\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan tarkib topgan. Apatitdan tashqari, ularning tarkibida nefelin $(\text{Na}, \text{K}) \text{AlSiO}_4 \cdot \text{SiO}_2$ aralashmalari, egirin $\text{NaFe}(\text{SiO}_3)_2$, titanomagnetit $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{FeTiO}_3\text{TiO}_2$, ilmenit FeTiO_3 , sfen CaTiSiO_5 , dala shpatlari va boshqalar bor. Fosforitlar uchun mayda kristalli tuzilma, yuqori disperslik va zarrachalar g'ovakligi xos.

Korotov fosfor rudalarining modda tarkibi va tuzilishi xilma-xildir. Fosfat-karbonat, fosfat-kremniyli fosfor rudalari keng tarqalgan bo'lib, ular yagona fosforitli muhitda mavjuddir. Ular mineralogik jihatdan juda xilma-xil bo'lib, asosan kremnezem (qumtuproq) fosfati, alyumosilikatlar va temirli minerallar aralashmalari bo'lgan karbonatlardan tarkib topgan. Korotov fosforitining kimyoviy tarkibi magniy miqdorining ko'pligi bilan ajralib turadi.

Fosfor kislotasi - murakkab konsentratsiyalangan, fosfor o'gitlar va boshqa fosforli birikmalarni ishlab chiqarishda asosiy yarim mahsulotdir. Uni olishning eng ko'p tarqalgan usuli - oltingugurt kislotasi bilan ajratib olinadigan (ekstraksiya) usuli bo'lib, bunda tabiiy fosfatlarga oltingugurt kislotasi ta'sir ettirilib, parchalanadi va fosfor kislotasi eritmasidan hosil bo'ladigan qattiq holatdagi kalsiy sulfat ajratib olinadi.

Ekstraksiyaning texnologik ko'rsatkichlari, asosan harorat va fosfat kislotasi konsentratsiyasiga qarab kalsiy sulfatning turli kristallgidratlari: digidrat, nimgidrat va angidrit cho'kindiga tushishi mumkin. Shunga muvofiq ravishda, fosfat kislotasi ishlab chiqarishning digidrat, nimgidrat va angidrit usullari farqlanadi. Ularning har

birining mohiyati - fosfat etarli darajada to'la parchalanishi, olinadigan pulpaning ajratilishi va cho'kindidan fosfat kislotasini yuvib olishdan iborat.

Qorator fosforitlari - dengiz suvidan oqib chiqib, cho'kish natijasida hosil bo'lgan va tarkibida kalsiy fosfatdan tashqari, glaukonit, limonit, kalsit, dolomit, magniyli silikatlar, alyumosilikatlar, kaolin, dala shpatlari, kvars, granit va organik moddalar mavjud bo'lgan cho'kindi jinslardir. Fosforitlarning petrografik tahlili shuni ko'rsatadiki, bu jinslarning katta qismi mayda kristalli mo'rt (amorf) fosfatlardan iborat bo'lib, tarkibida bir oz aralashmalar ham mavjud bo'ladi.

Qorator fosforitlari kimyoviy tarkibi quruq modda tarzida hisoblanganda quyidagicha, foiz hisobida:

Erimaydigan qoldiq - 10-18%

P_2O_5 - 24-26 Fe_2O_5 - 1,3

CaO - 35-42 Al_2O_3 - 1,3

MgO - 0,5-50 F - 2,1-2,8

CO_2 - 3,1

Olmalik "Ammofos" ishlab chiqarish birlashmasida fosfor kislota Korator fosforit uniga oltin gugurt kislota ta'sir ettirilishi natijasida parchalanishi va kalsiy sulfatning digidratko'rinishida cho'kish usuli bilan ajratib olinadi. Oltin gugurt kislota fosforit uni bilan aralashtirilganda fosfor kislota hosil bo'ladi va kalsiy sulfat digidrat cho'kindisiga tushadi (pulpa-suspenziya).

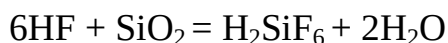
Fosforit unining parchalanishi quyidagi tenglama bo'yicha boradi:

$Ca_5F/PO_4/3 + 5H_2SO_4 + H_3PO_4 + ag = 5CaSO_4 \cdot 2H_2O + n + 3/H_3PO_4 + HF + ag$ cho'kindi eritma

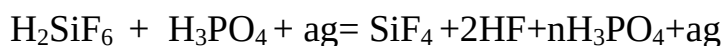
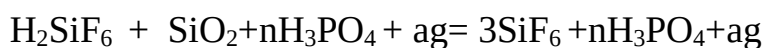
Cho'kindi asosan ikki molekulali suvli kalsiy sulfat ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) dan iborat bo'lib, parchalanmay qolgan fosfat, fosfor nordon tuzlar va silikatlar aralashmasidan tarkib topgan. Aralashmalarning miqdoriy tarkibi dastlabki xom ashyoning mineralogik tarkibi, ishlab chiqarishning qay darajada yo'lga qo'yilganligi va asbob-uskunalarining sozligi, texnologiya intizomiga rioya etilishi va hokazolarga

bog‘liqdir. Silikatlar kislota ta’sirida oson parchalanib, eritmaga Na, K, Al ionlari va kremniy kislotasini ajratib chiqaradi.

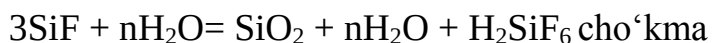
Kremniy kislota ftorli vodorod bilan o‘zaro reaksiyaga kirishadi:



Ftor kislota eritmasi ustida H_2SiF_6 bug‘larning qayishqoqligi harorat va H_3PO_4 konsentratsiyasining ko‘tarilishi bilan ortibboradi. Buning natijasida fosfat kislota ishlab chiqarishning turli sharoitlarida fosfatlar parchalanayotganida ajralib chiqayotgan ftorli gazlar miqdori birxil bo‘lmaydi:



Fosfor kislota ishlab chiqarish sharoitlarida SiF_4 HF ga nisbatan kata qayishqoqlikka ega, shu sababli chiqayotgan ftorli kremniy kislota cho‘kindisi va gazlarda H_2SiF_6 eritmasi hosil bo‘ladi.



Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, fosfogipsdagi ftor tarkibi 0,1-0,4 % dan oshmaydi. Fosfogipsning namligi karusel va kum filtrning ish sifatiga bog‘liqbo‘lib, 30 dan 40% gacha o‘zgaribturadi.

Nam fosfogipsning xajm og‘irligi yumshoq xolatda 0,531 dan 0,581 t/m³gacha o‘zgaribturadi va o‘rtacha 0,556 t/m³ni tashkil etadi;

Doimiy og‘irlikkacha quritilgan fosfogipsniki yumshoq holatda hajmiy massasi - 0,508 dan 0,526t/m³ gacha, o‘rtacha - 0,517 t/m³gacha. Olmaliq “Ammofos” ishlab chiqarish birlashmasining fosfogipsi tashqi ko‘rinishi bo‘yicha – ipaksimon tovlanib turadigan kulrang oson guvalanuvchi materialdir. o‘z igaxoshidi bor, tuzilishi yumshoq, teksturasi tartibsiz, strukturasi bitta mineraldan tarkib topgan, salgina namroq material orasi yumshoq massadan tarkib topgan guvalalardan iborat. Quritilgan holatda bu – mayda dispers kukundir. 3-chi jadvalda fosfogipsning donadorlik o‘lchov tarkibi berilgan.

Elakdan o‘tkazish tahlil ma’lumotlari bo‘yicha fosfogipsning eng ko‘p fraksiyasi 1,6 - 0,4 va 0,16 -0,1 mm o‘lchamdagi zarrachalardan iborat. Fraksiya tarkibida 50

mk dan kam bo'lganlari - 2-3% ni tashkil etadi. Tabiiy sharoitlarda quritilgan fosfogipsning solishtirma og'irligi, tabiiy ikki molekulali suvli gipsnikiga o'xshaydi, 2,34-2,36 g/sm³. Xavo o'tkazish usuli bilan aniqlangan solishtirma yuzasi 3100-3500 sm²/g oraligida o'zgarib turadi.

Olmaliq "Ammofos" ishlab chiqarish birlashmasi fosfogipsidan sement sanoatida foydalanish maqsadida tadqiqot uchun turli joylardan oltita fosfogips sinov namunalari tanlab olindi. Turlicha usullar bilan fosfogipsning tarkibi, tuzilishi va xossalari har tomonlama o'rganildi.

2-jadval

Fosfogipsning granulometrik (donadorlik o'lchovi) tarkibi
(M.A. Axmedov ma'lumotlariga ko'ra)

Elaklar Tavsifi		Elakdagi qoldiq, %				
		Olmaliq fosfogipsi				Voskresensk fosfogipsi
Elak (to'r)lar №	G'ovak elak ko'zlari soni*	Sinov namunasi № 1	Sinov namunasi № 2	Sinov namunasi № 3	o'rtacha	o'rtacha
2,5	11,2	5,56	5,15	6,04	5,58	0,23
1,6	23,8	8,85	9,11	8,92	8,96	1,19
0,4	331	37,66	36,50	37,36	36,17	1,68
0315	494	2,06	2,10	1,92	2,03	1,68
016	1480	9,96	9,85	9,05	9,62	9,81
01	3400	28,10	28,01	27,73	27,94	-
0063	8270	5,40	5,95	6,03	5,79	37,73
005	13900	1,25	2,00	1,73	1,66	5,75
Elakdan						

o'tkazildi, g/sm ²	13900	1,16	1,33	1,22	1,23	42,58
	Jami	100,0	100,0	100,0	100,	100,

* Elakning 1 sm² to'rdagi ko'zlar soni

Tanlab olingan namunalar namligini yo'qotish uchun uch sutka davomida eksikatorida konsentrlangan oltingugurt kislota ustida tutib turildi. Keyin ular yaxshilab maydalanib, kimyoviy, rentgenografik, petrografik va termografik tahlil qilindi.

Fosfogipsning kimyoviy tarkibi (2-jadval) doimiy bo'lib, asosan ikki molekulali suvli gips bilan kremnezem (qumtuproq) aralashmasi hamda oz miqdordagi P₂O₅, R₂O₃ dan tarkib topgan. Gigroskopik namligi 30,87-33,05 %, gidrat suvi 18,1 - 19,8% oraligida o'zgarib turdi. Ikki molekulali suvli gipsning hisoblangan miqdori 88-95%.

Sement qotish jarayonida, ayniqsa dastlabki bosqichida suvda eriydigan P₂O₅ ning ahamiyati katta. Ma'lumotlar shuni ko'rsatayaptiki, sementga fosfogips bilan qo'shiladigan suvda eriydigan P₂O₅ ning tarkibi 0,1 foizdan oshmasligi kerak.

Olmalik "Ammofos" ishlab chiqarish birlashmasida fosfogipsdagi suvda eruvchan P₂O₅ miqdori 0,36-0,95% o'rtasida (2-jadval). Fosfogipsdan tishlashish muddatlari rostlagichi sifatida foydalanilganda ikki molekulali suvli gips (3-7%) o'rniga sementdagi suvda eruvchan P₂O₅ miqdori 0,011-0,066% ni tashkil etadi.

Olingan rentgenogrammlar tahlili ma'lumotlariga qarab turli vaqtlarda har xil joylardan olingan barcha fosfogips sinov namunalari kristall strukturasi bir-biriga yaqinligini ko'rish mumkin. Rentgenogrammlarda asosan ikki molekulali suvli gips va aralashmalarning asosiy massasini tashkil etuvchi kvars ekanligi kuzatildi.

Fosfogips qizdirilgan vaqtda kristallanish suvini yo'qota boshlaydi. 150°C darajadagi-haroratda qizdirilganda ikki molekulali suvli gipsning difraksion maksimumlari jadalligi kamayadi, nim suvli kalsiy sulfatga javob beradigan yangi chiziqlar: 5,96; 2,97; 2,78; 1,83; 1,65; Å paydo bo'ladi. 200°C dagi haroratda qizdirilganda fosfogips tarkibidagi ikki molekulali suvli gips nimsuvliga va qisman angidritga aylanadi.

250⁰C va undan yuqori haroratda ikki molekulali suvli gips chiziqlari jadalligi nihoyatda kamayadi. Xarorat 400⁰C gacha ko‘tarilganda angidritning yanada jadalroq chiziqlari paydo bo‘ladi. Xarorat 1250⁰C gacha va undan yuqori darajaga ko‘tarilganida kvars chiziqlari yo‘qoladi, bu SiO₂ ning CaO bilan o‘zaro ta’sir etib, kalsiy silikati hosil bo‘lganidan dalolat beradi. Xarorat 1300 va 1400⁰ C gacha ko‘tarilganida angidritdan tashqari 2,68 A⁰ chizigi kuzatiladi, u qattiq silikofosfat kalsiy eritmasiga to‘g‘ri keladi.

3-jadval.

Fosfogips turlicha sinov namunalarining kimyoviy taxlili, foiz hisobida

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅	Na ₂ O	K ₂ O	Q.P.Y .550 ⁰ C	Suvda eriydiga n P ₂ O ₅	
Olmalik kimyo zavodi											
10,12	0,68	0,83	34,78	kuchs iz	41,24	1,33	0,40	0,33	7,85	0,48	97,56
13,75	0,58	0,68	31,33	kuchs iz	44,43	2,00	0,25	0,14	6,50	0,95	99,56
10,17	0,84	0,30	33,16	0,44	46,24	1,84	0,15	0,17	6,85	0,62	100,1 6
10,39	0,75	0,60	33,66	0,20	48,19	1,04	0,15	0,17	5,00	0,36	100,1 5
8,50	0,96	0,64	31,89	0,51	44,32	2,23	0,16	0,12	10,47	0,52	99,80
10,16	1,05	kuchs iz	32,44	kuchs iz	45,28	1,91	0,21	0,24	6,25	0,53	97,54
Voskresensk kimyo zavodi											
0,23	0,31	0,21	31,35	0,28	45,34	1,50	0,14	0,03	19,50	0,48	98,98

Q.P.Y.-qizdirish paytidagi yo‘qotma.

Fosfogipsning differensial termik analizi (D.T.A.) egri chiziqlari 100-180° C oraligida paydo boʻladigan ikki molekulali suvli gipsning yorqin namoyon boʻladigan degidratatsiyasi ikki endotermik effektiga ega. Fosfogipsning birinchi endotermik effekti boshlanishi gipsnikidan (110° C haroratda) farqli ravishda 100° haroratda paydo boʻladi. Faol degidratatsiya nisbatan past haroratda yuzaga keladi. Birinchi endotermik effekt boshlanishi harorati pasayishi, ehtimol, fosfogips tarkibidagi aralashmalar bilan bogʻliqdir. Ular mexanik qoʻshimchalar sifatida berilishi, shuningdek kalsiy sulfat kristall panjarasiga kirishi (masalan: $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) yoki muayyan xossalarga ega boʻlgan mustaqil tizim (sistema) lar hosil qilishi mumkin. Ayni shu kalsiy sulfatning ikki oʻrin olgan qattiq eritmalari fosfogipsning oʻziga xos xossalarini belgilab berayotgan boʻlishini inkor etib boʻlmaydi, bu xususan, uning degidratatsiyasi harorati pasayishida namoyon boʻlayapti. Fosfogipsda mavjud boʻlgan suvda eriydigan fosfatlar ham sezilarli darajada uning degidratatsiyasi haroratini tushiradi. Katta boʻlmagan endotermik effektlar maksimum 540-550° haroratda kvars borligidan dalolat beradi. Xarorat 670-780° C boʻlganida fosfogips tarkibida mavjud boʻlgan karbonatlar dissotsiatsiya reaksiyasiga uchraydi, natijada endoeffektlar hosil boʻladi. 985-1100° haroratdagi ekzoeffektlar fosfogips tarkibida zarur miqdordagi CaO aralashmasi sifatida mavjud boʻlgan kvarsning reaksiyaga kirishuvi natijasida ikki kalsiyli silikat hosil boʻlishi bilan bogʻliqdir. 1150-1160° C haroratda endoeffektlar kalsiy sulfat dissotsiatsiyasiga toʻgʻri keladi va 1215° C da angidrit polimorf oʻzgarishlari yuz beradi.

Fosfogipsning petrografik tadqiqotlari uning asosan tabletkasimon va prizma shaklidagi gabitus shaklidagi gips kristallchalaridan iborat ekanligini koʻrsatdi. Ularning oʻlchamlari 0,1-0,5mm oraligida oʻzgarib turadi, 0,1 va 0,4 mm lilari koʻp uchraydi.

Kristallari rangsiz, suvdek tiniq, mayda xol-xol chang zarrachalari bor. Ayrim kristallarda mayda xolsimon gips zarrachalari borligi ham kuzatiladi. Mineral yumshoq boʻlib, oson eziladi. Nur sindirish koʻrsatkichlari: Ng-1,527; Np-1,524; Ng-Np=0,003. Kamonsimon qoʻshaloq shakldagilari koʻp uchraydi.

Sinov namunasida gipsdan tashqari, nur sindirish ko'rsatkichi $>1,620$ ga teng bo'lgan ko'rsatkichli rangsiz, epidot guruhiga mansub bo'lishi mumkin bo'lgan donachalar va yaxshi yoritilmaydigan, 0,15mm o'lchamdagi gil bo'lakchalar bor.

4-jadval

Sinov namunasi	Olmaliq fosfogipsi	Voskresensk fosfogipsi
Q.P.Y (p.p.p.)	0,08	3,55
SiO ₂	95,50	33,18
Al ₂ O ₃	1,54	0,64
Fe ₂ O ₃	1,52	23,80
CaO	0,28	8,56
MgO	-	0,24
SO ₃	0,12	3,50
TiO ₂	-	22,20
Na ₂ O	0,22	3,72
K ₂ O	0,76	0,14
	100,02	99,53

Suvda erimaydigan qoldiqning kimyoviy tarkibini aniqlash uchun fosfogipsga 2 NH₄Cl bilan ishlov berildi. Bunda u 9,2% ni tashkil etib, asosan (95,50%) kremnezemdan iborat bo'ldi.

Oksidlar ichida R₂O₃ ko'p uchraydi.

Rentgenografik tahlil asosiy aralashmani ham ko'rsatdi: a-kvars; d=4,24; 3,34; 2,44; 2,28; 2,22; 1,97; 1,82 Å va h.k.

Olmaliq fosfogipsining erimaydigan qoldigini petrografik tahlil qilish natijasida uning 93-97 foizini α -kvars tashkil etishi aniqlandi. Kvarsning 50% dan ortiqqismini ehtimol, tarkibida temir bo'lgan ruda aralashmalari tashkil etsa kerak, ruda (balki, limonit) qo'shilmalari miqdori - 3-7%; gematitning ayrim kristallari uchraydi. Shunday qilib kimyoviy-tahlil, rentgenografik, petrografik va differensial-

termik tahlil usullari bilan o'tkazilgan tadqiqotlar asosida Olmaliq fosfogipsining asosiy mineral tarkibi ikki molekulali suvli gipsdan (88-95%) iborat ekanligi aniqlandi. U Voskresensk kimyo zavodi (Rossiya) fosfogipsiga nisbatan ancha dag'al dispersli bo'lib, ifloslangandir. Olmaliq fosfogipsining asosiy aralashmasi - kvars (7-13%), Voskresensk zavodi fosfogipsida esa temir, va alyuminiy aralashmalari bor. Suvda eriydigan fosfor birikmalari Olmaliq fosfogipsida ko'proq (0,65%), Voskresensknikida esa nisbatan kam (0,48%).

Xibin koni apatitlarini qayta ishlash vaqtida olingan fosfogips asosan Rossiya kimyo zavodlarida qayta ishlanadi. Shu jumladan Voskresensk kimyo zavodi ko'p miqdorda apatitlarni ishlatadi.

Voskresensk kimyo zavodi fosfogipsi o'zining kimyoviy mineralogik tarkibi, dispersligi jihatidan Olmaliq "Ammofos" ishlab chiqarish birlashmasi fosfogipsidan farqlanib, Xibin koni apatitlariga oltingugurt kislota bilan ishlov berish natijasida hosil bo'lgan chiqindilardan iboratdir. Kola yarim orolining apatit rudalari asosan kalsiyftorapatit $3\text{Ca}_3/\text{RO}_4 \bullet \text{CaF}_2$, oz miqdordagi gidrosilapatit $3\text{Ca}_3/\text{PO}_4 \bullet \text{Ca}/\text{OH}/_2$ va boshqa izomorf o'rin almashgan shakllardan iborat. Apatit rudasida mineral aralashmalardan (Na, K) $\text{AlSiO}_4 \bullet \text{SiO}_2$, egirin $\text{NaFe}/\text{SiO}_3/$, titanomagnetit $\text{Fe}_3\text{O}_4 \bullet \text{FeTiO}_2 \bullet \text{TiO}_2$, ilmenit FeTiO_3 , cfen CaTiSiO_5 , dala shpatlari bor.

Xibin apatitlarining kimyoviy tarkibi Qorator fosforitlarinikidan keskin farqqiladi va quruq modda hisobida tarkibi quyidagicha, % hisobida: erimaydigan qoldiq - 02-15; MgO - 0,1-0,2; F- 2,8-3,1; P_2O_5 - 39-40; Fe_2O_3 - 0,1-0,3; Al_2O_3 - 0,5-0,9.

Voskresensk zavodi fosfogipsi yuqori dispersli ikki molekulali suvli kalsiy sulfatdan (98-99%) hamda fosfor va ftor birikmalari aralashmasidan iborat. Undagi aralashmalar miqdori Olmaliq fosfogipsinikidan ancha kam. Bular asosan parchalanmagan apatitning yashil-ko'k kuchsiz pleoxroirlovchi donachalaridan iborat.

Tashqi ko'rinishi jihatidan Voskresensk fosfogipsi oqish-kulrang uvalanuvchi material. Zichlanmagan holatdagi uyum hajm massasi - 0,45; zichlangani - $0,83 \text{ t/m}^3$.

Suv o'tkazuvchanlik usuli bilan aniqlangan solishtirma yuzasi (PSX asbobida) 3800 sm²/g ga teng. Solishtirma og'irligi 2,35-2,40 g/sm³.

Voskresensk zavodi fosfogipsining donadorlik tarkibi Olmaliqniki bilan ajralib turadi. (50 mk dan kam fraksiyasi - 42,80%, Olmaliqniki - 2-3%). Donachalar tarkibidagi eng ko'p (80-85%) fraksiyasi- 100 mk dan kam. Erimaydigan qoldiq tarkibida SiO₂, bir yarim oksidlar va ishqorlar - oz miqdorda CaO va SiO₂ bo'lib, ular asosiy qismini tashkil etadi va ularning nisbati gipsnikiga yaqin - 97-98%.

Shunday qilib, Voskresensk fosfogipsi Olmaliq fosfogipsiga qaraganda nisbatan tozaroq ekan.

URS - 50 IM qurilmasida o'tkazilgan rentgenostruktur tahlil kimyoviy tahlil ma'lumotlarini to'liq tasdiqlaydi. Rentgenogrammalarda asosan ikki molekulali suvli gipsning tekisliklararo chiziqlari bor, boshqa minerallarga tegishli chiziqlar esa yo'q.

Voskresensk fosfogipsi termogrammasi ham gips termogrammasidan farqqilmaydi; birinchi endotermik effekti 110⁰ C haroratda paydo bo'ladi, 130⁰C haroratda maksimum darajaga etadi, bu gipsning tabiiy turlariga xosdir.

Ikki endotermik effekt 155-170⁰C harorat oraligida paydo bo'ladi va degidratatsiya, yarim gidrat sharoitida yuz berib, turlicha darajadagi haroratda yarim molekulali suvli gips tomonidan suvning yo'qolishidan darak beradi. Dastlabki xom ashyo kabi, Voskresensk fosfogipsidan hosil bo'lgan yarimgidrat 170⁰ C da Olmaliq fosfogipsi yarimgidrati esa - 175-180⁰ C haroratda suvini yo'qotadi.

Voskresensk fosfogipsining petrografik sinov namunasi druzalar (1,0 mm gacha), tabletkasimon va prizma shaklidagi kristallchalar o'simtalaridan (0,2 mm gacha) iborat. Kristallchalari rangsiz, suvdek tiniq yoki tarqoqholdagi mayda chang zarrachalari hamda sirtidagi surtmalar hisobiga nim qo'ngir rangda. Optik konstantalari (Ng - 1,530; Np- 1,520; Ng-Np=0,010; Ng=45-48⁰) kalsiy sulfatning digidrati uchun xosdir.

Deyarli hamma kristallchalar tarkibida ko'p sonli xolsimon mineral zarrachalar bor. Rangsiz, nim yashil-ko'k, 0,01 mmo'lchamdagi dumaloq yoki cho'zinchoq

shakldagi donachalar koʻzga tashlanadi. Ularning nur sindirish koʻrsatkichi - 1,600-1,605; izotrop. Bundan tashqari, taxminan shuncha miqdordagi mayda (0,005-0,01mm), kub singoniyali izotrop hosilalar koʻrinishidagi xollanmalar bor. Nur sindirish koʻrsatkichi 1,450 ga yaqin, ehtimol, $\text{Na}_7/\text{PO}_4/\text{F} \cdot 19\text{H}_2\text{O}$ boʻlsa kerak. Voskresensk fosfogipsining erimaydigan qoldigi tahlili shuni koʻrsatadiki, uning asosiy tarkibi SiO_2 , FeO_3 va TiO_2 boʻlib, Olmaliq fosfogipsining 96% erimaydigan qoldigi tarkibi SiO_2 dan iborat.

Petrografik tahlil natijasida shu narsa aniqlandiki, erimaydigan qoldiq tarkibida tahminan 60% avgit (yuqori qoʻsh nur sindirish koʻrsatkichiga ega boʻlgan yashil-koʻk kristallar), 10-15% epidot (kristallari kulrang, nim yashil-koʻk, yuqori qoʻsh nur sindirish koʻrsatkichiga ega, kesishgan nikollari kamalaksimon), soizit (kristallari kulrang yoki rangsiz boʻlib, qoʻsh nur sindirish koʻrsatkichi past) va 15% ruda minerallari bor. Erimaydigan qoldiqning rentgenografik tahlili petrografik tadqiqot natijalarini tasdiqlaydi.

2§ Fosfogipsdan xalq xoʻjaligining turli sohalarida foydalanish imkoniyatlari

Turli sanoat chiqindilaridan samarali va tejamli foydalanish iqtisodiy va ijtimoiy eng muhim ahamiyatga molik vazifadir. Xozirgi kunda fosfogipsdan foydalanish yoki uni qayta ishlash masalasi yangi qurilajak va mavjud kimyo zavodlarini ishlatishga toʻsiq boʻlib qolmoqda.

Xom ashyoni kompleks qayta ishlash borasida anchagina muvofaqqiyatlarga erishilgan boʻlsada, fosfogipsdan foydalanish muammosi avvalgidek dolzarb boʻlib qolmoqda. Jahonda birnecha 100 mln tonnalab toʻplanib qolgan fosfogipsni mutlaqo keraksiz, ishlatib boʻlmaydigan narsa deb hisoblash oʻrinsiz boʻlishi barchaga ravshan. Buning ustiga asosiy mahsulot bilan birgalikda koʻplab fosfogips chiqindisi olinishi hali uzoq davom etadi, binobarin, fosfogipsdan foydalanish ilmiy xodimlar, muxandislar va iqtisodiyotchilardan katta eʼtibor talab qiladi.

Asosiy ishlab chiqarilayotgan mahsulot bilan birgalikda vujudga keladigan fosfogips miqdori qayta ishlanayotgan har tonna fosforit yoki apatitga nisbatan 1,4

tonnadan 1,6 tonnagacha bo‘ladi. Boshqacha qilib aytganda, fosfat xom ashyosini qayta ishlaydigan zavod bir vagon fosforit yoki apatit olib, zavod territoriyasidan fosfogips tarzida 1,5 vagon fosfogips chiqarib tashlashi kerak, uni olib borish va saqlash ko‘plab mablag sarflashni taqazo etadi.

Bundan tashqari, sanitariya talablarini qondirishi, suvning tozaligini kuzatib turish va tirik mavjudotlarni hayotini muxofaza qilish, ya’ni chiqindi suvlarni yig‘ib, ana shu suyuq muhit tarkibidagi fosfogips, ftor birikmalari, yuvilmay qolgan sulfat kislota, fosfor kislotalarini zararsizlantirish qo‘shimcha mablag sarflashni talab qiladi.

Fosfogipsdagi gips kristallari bir xil bo‘lmaydi, ba’zi birlarining reshetkalarida (panjara) SO_4^{2-} ioni, SiO_4^{2-} va PO_4^{3+} ionlariga, kalsiy ioni esa Al^{3+} , Fe^{3+} va siyrak er elementlariga almashgan bo‘ladi. Shuning uchun bunday sun’iy gips fosfogips deb ataladi. Bu holat oddiy texnologiya asosida fosfogipsdan olinadigan gips bog‘lovchi moddalarning xossasini yomonlashtiradi. Biroqquyida sanab o‘tiladigan maxsus ishlab chiqilgan usullar asosida suvsizlantirish yo‘li bilan fosfogipsdan sifati xuddi eng yaxshi tabiiy xom ashyodan hosil qilinadigandagidan qolishmaydigan tayyor bog‘lovchi modda olish mumkin. Bu usullar jumlasiga quyidagilar kiradi:

1. Suvda yuvish orqali P_2O_5 ning eriydigan shaklini yo‘qotish.
2. Erkin fosfor kislotani ohak bilan neytrallash.
3. Ftor yoki xlor apatit tarzida H_3PO_4 ni cho‘ktirish uchun ohak sutiga ftor yoki xlor qo‘shib fosfogipsga ishlov berish.
4. Fosfogipsga 120-150 darajali haroratda termik ishlov berish, keyin sulfat kislota va fosfor kislotalar aralashmasida suvsizlantirish.

Mazkur aralashmada H_2SO_4 konsentratsiyasi 0,5% ortadi, og‘irlik massasi nisbati $\text{H}_3\text{PO}_4 : \text{H}_2\text{SO}_4$ birdan kam. Natijada hosil bo‘lgan mahsulotda fosfor kislota miqdori 0,3 foizgacha, CaF_2 miqdori esa 0,02 foizgacha kamayadi. Shu yo‘sinda olingan gips tabiiy gips xossalariga yaqinlashadi.

5. Birmuncha qoldiq kislotasi va qo'shimchalari bo'lgan fosfogipsda gips rN ini 7 dan oshirish uchun etarli miqdordagi ohak yoki kalsiy gidrooksidi qo'shiladi. Keyin rN ni 7 gaqadar kamaytirish uchun kuydirib, alyuminiy sulfat bilan ishlov beriladi.

6. Fosfogipsga issiqlik ta'sirida ishlov beriladi. Natijada kalsiy sulfat oraliq shaklga o'tadi. Issiqlik ta'sirida ishlov berilgan mahsulot tarkibida yo ohak, yo ohakli sement, yo uch valentli temir sulfati, yoki ularning aralashmasi bo'lgan suv bilan aralashtiriladi.

Shundan keyin kalsiy sulfat ikki suvli bo'lguniga qadar gidratlantiriladi, aralashmalar esa suvda erimaydigan shaklga kiradi. Yana issiqlik ta'sirida ishlov berilsa, yarim suvli kalsiy sulfat hosil bo'ladi.

7. Fosfogipsni 60-90° C bir yoki bosqichli gidroseparatsiya jarayoni yordamida tozalash oqibatida sof $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ kristallari vujudga keladi.

Yuqorida sanab o'tilgan usullardan biri yordamida fosfogipsga ishlov berilganidan keyin binokorlik gipsi va o'ta mustahkam gips, ohak gipsli bog'lovchi modda, fosfoangidrid sement va boshqalar singari havoda qotadigan bog'lovchi materiallar hosil bo'ladi.

Bundan tashqari, ishlov berilgan fosfogipsdan sifatli tabiiy ikki suvli gips o'rnida ham foydalansa bo'ladi.

3-§ Fosfogipsdan havoda qotadigan materiallar olish

Yuqorida aytib o'tilganidek, zamonaviy usullardan foydalanib tabiiy gipsdan olingan barcha turdagi havoda qotadigan bog'lovchi materiallar qayta ishlangan fosfogipsdan tayyorlanishi mumkin:

Xavoda qotadigan bog'lovchi materiallar olish uchun fosfogipsni qayta ishlash xususidagi ilk bor laboratoriya tadqiqotlari 1933-1935 yillarda o'tkazilgan. o'sha paytda P.P.Budnikov, M.I.Gershman va S.M.Royak kabi tadqiqotchilar qurilish gipsi hosil qilishgandi-yu, ammo ular ikki sababga binoan bunday gipsni sanoat miqyosida ishlab chiqarish maqsadga muvofiq emas, degan fikrga keldilar: birinchidan fosfogipsda mavjud bo'lgan fosfat kislotasi tayyor mahsulotni tishlab qolish muddatini

qisqartiradi, ikkinchidan, qurilish fosfogipsining mexanik xususiyatlari g'oyat past darajada bo'lib, u faqat qurilish gipsiga qo'shimcha sifatidagina qo'llanishi mumkin.

Mazkur tadqiqotlar fosfogipsning ekstraksiya jarayonida kristallanishining optimal sharoitlari hali ham hal qilinmagan va fosfogipsdan suvda eruvchan fosfat kislotasini yuvib chiqarish jarayoni ancha murakkab bo'lgan vaqtda, ya'ni sulfat kislota bilan fosforitlarning parchalanish jarayonini o'rganishning dastlabki davrida olingan fosfogips namunalarida o'tkazilgan edi.

Ma'lumki, qurilish gipsiga fosfat kislota tarzida 0,63 foiz P_2O_5 qo'shish bog'lovchi modda qotayotganida uning mustahkamligini cho'zilish va siqilishga bo'lgan chegarasini muvofiq tarzda 23 dan 15 gacha va 100 dan 33 kg/sm² gacha kamaytiradi. Bu hol fosfogipsdan u kuydirilguniga qadar suvda eriydigan fosfat kislotaning ko'p qismini yo'qotish kerakligidan dalolat beradi. Amerika patentlarida ko'rsatilishicha, hatto suvda eriydigan P_2O_5 ning 0,1% ham tayyor mahsulot mustahkamligini ancha kamaytiradi, ko'p miqdordagi fosfat kislota esa gidratlanishda kristallanish jarayonini shu qadar buzadiki, natijada kuydirilgan gips yaroqsiz bo'lib qoladi.

O'g'itlar va insektifungitsidlar ilmiy tadqiqot institutida ekstraksiya jarayonini o'zlashtirish hamda yaxshi kristall strukturali fosfogips olish mobaynida fosfat kislotani yo'qotishning ikki oddiy usuli sinab ko'rildi:

- a) Fosfogipsni to'g'ridan-to'g'ri suv bilan yuvish;
- b) Suvda eriydigan kislotani ohak suti bilan neytrallash.

Muayyan miqdordagi havoda quritilgan fosfogips uy haroratidagi suvga solingandan keyin filtrlanib yuvilgach, fosfogips suvda eriydigan fosfat kislotadan osongina xalos bo'ladi. Agar fosfogips tarkibida 2% P_2O_5 bo'lsa, uni yuvib tozalash uchun bir kilogramm havoda quritilgan fosfogipsga 2-2,2 litr suv kifoya qiladi.

Suvda eriydigan P_2O_5 ni ohak suti bilan neytrallash. Buning uchun fosfogips pulpasiga hisob-kitob asosida tarkibida 10% $Ca(OH)_2$ bo'lgan ohak suti qo'shiladi, keyin pulpa 2 soat mobaynida qorishtiriladi. Neytrallash reaksiyasining tugashi fenolftalein bo'yicha kuzatilib turiladi.

Fosfogips suvda eriydigan P_2O_5 dan yuvib tozalangandan so'ng undan fosfogipsli bog'lovchi olish mumkin. Ana shunday bog'lovchi moddaning sifati mexanik mustahkamligi hamda tishlashish muddatlari bo'yicha GOST talablariga muvofiq keladi.

Qurilish gipsi tez tishlashadigan va tez qotadigan bog'lovchi moddadir. Odatda u 5-15 daqiqa ichida tishlashadi. Bu hol bir qancha noqulayliklarga sabab bo'ladi, chunki qorilgan gipsni tishlashib qolmasidan ilgari ishlatish kerak. Agar tishlashish jarayoni buzilsa, hosil bo'layotgan kristall o'simtalari parchalanib ketadi va mustahkamligi keskin kamayadi. Shu boisdan tishlaguniga qadar ishlatib tugatish uchun gipsni yo oz-oz miqdorda qorish yoki gipsga tishlashish jarayonini susaytiruvchi har xil moddalar qo'shish mumkin. Sulfit-spirtli barda, tanakor, kazein va boshqalar ana shunday xususiyatli moddalar jumlasiga kiradi.

Zavodlarda gipsdan binokorlik detallari tayyorlash va ularni sovuqda qotirishda qurilish gipsining tishlashishini tezlashtirish talab etiladi. Buning uchun qurilish gipsiga ikki suvli gips, osh tuzi, kaliy sulfat va natriy 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 barpo etiladigan inshootlarda undan foydalanib bo'lmaydi, chunki bunda qotish vaqtida hosil bo'ladigan ikki suvli gips erib, kristallarning o'sib tutashgan strukturasi parchalanib ketadi.

Gips qayta quritilganda uning mustahkamligi yana tiklanadi. Gipsdan tayyorlangan mahsulotning suvga bu qadar kam chidamli bo'lishining asosiy sababi suv pardalarining qotgan gipsdagi kristall strukturalar ayrim elementlarini ajratib, parchalovchi ta'sir ko'rsatishidir. Agar gipsdan tayyorlangan mahsulot yog'in sochin namlikdan saqlansa, uzoqqa chidaydi.

Qurilish gipsidan, asosan suvoq uchun ohak-gips qorishmasi tayyorlash va binokorlik detallari ishlab chiqarishda foydalaniladi.

Shunisi diqqatga sazovorki, qurilish gipsiga hech nima aralashtirmay, o'zini sof holda ishlataverish mumkin, chunki u quriganda yorilib ketmaydi. Ohak-gips cuvoq

qorishmalarida bir xajm gipsga birdan to besh xajmgacha ohak qo'shiladi, natijada qorishmaning tishlashishi sekinlashib, elastikligi ortadi.

Bog'lovchi moddani tejash va ohakning darz ketishiga barham berish, uchun gips va ohak aralashmasiga birdan to uch hajmgacha qum yoki uning o'rnini bosadigan boshqa modda (toshqol, pemza, yog'och qipigi va qirindisi singari narsalar) qo'shiladi. Suvoq qorishmasi tayyorlashda qurilish gipsiga ohak qo'shmasa ham bo'ladi, biroq bunda tishlashishni susaytiruvchi biron modda aralashtirish kerak.

Ohak-gips qorishmalari ohak qorishmasidan tez qotishi va ancha mustahkamligi bilan, gips qorishmasidan esa elastikligi hamda sekin tishlashishi bilan farqlanadi. Gips qorishmasida gildan ham foydalaniladi.

Qurilish gipsidan xilma-xil gips va gips-beton mahsulotlar tayyorlanadi. Chunonchi: quruq, suvoq, devor plitalari va panellar, qavatlar orasiga qo'yiladigan detallar, arxitektura-binokorlik mahsulotlari, ventilyasiya qutilari, termoizolyasiya plitalari va boshqalar. So'nggi vaqtlarda qurilish ishlarining industrlashishi munosabati bilan gipsdan tayyorlanadigan binokorlik mahsulotlari tobora keng qo'llanilmoqda.

Bugina emas, qurilish gipsi oq rangli bo'lganligidan, u sun'iy marmar va ba'zi xil bo'yoqhamda bo'r tayyorlashda ham qo'llanilmoqda. Keramika sanoatida gipsdan qoliplar tayyorlashda foydalaniladi. Shuningdek ko'zgu va optik shishalar ishlab chiqarishda ham gips asqotadi. Gips asbest va boshqa materiallar bilan aralashma holida issiqlikni o'tkazmaydigan buyumlar tayyorlashda qo'llaniladi.

Fosfogipsdan angidrid sement olish. Bundan ellik besh yil muqaddam kimyogar olim P.P. Budnikov, oz miqdordagi ishqorlar, kislotalar, o'rta va nordon tuzlar erimaydigan angidridning gidratlanishiga imkon berishini ko'rsatib o'tgan edi.

Angidrid sementi asosan suvsiz kalsiy sulfatdan tarkib topgan, tabiiy yoki sintetik gipsni 600-700 daraja haroratda kuydirib olinadigan va keyin boshqa turli qo'shilmalar-katalizatorlar bilan birgalikda kukun xoligacha maydalangan mahsulotdir. Ko'shilmalar sifatida ohak, har xil sulfatlar, kuydirilgan dolomit, asosiy maydalangan domna toshqoli va boshqa bir qancha materiallar ishlatiladi.

Fosfogipsdan angidrid sement olish borasida R.E. Simonovskaya, P.F. Gordashevskiy va V.I. Berezovskiy (Rossiya) maxsus tadqiqot o'tkazishgan. Ular bog'lovchi modda qotishida katalizatorlar sifatida natriy sulfat va natriy biosulfat, fosfogips singari moddalardan foydalanishdi.

Odatda angidrid sementga faollashtiruvchi moddalar angidridni maydalash vaqtida qo'shiladi, shu moddalardan suvda yaxshi eriydiganlarini angidrid sementini suvda qorish vaqtida aralashtirish mumkin. Mazkur bog'lovchi modda qotishi qo'shgidrat hosil bo'lishi tufayli ro'y beradi.

Angidrid sementining suvga bo'lgan talabi va suv singdirish qobiliyati asosan uning qay darajada maydalanganligiga bog'liq, me'yoridagidek quyuq bo'lgan qorishma hosil qilish uchun odatda 30-35% suv qo'shiladi.

Kam kuydiriladigan gipsli bog'lovchi moddalardan farqli o'laroq, angidrid sementi qotayotganda hajman kengaymaydi.

So'z yuritilayotgan mazkur sement gidravlik xususiyatlarga ega emas. U nam havo muhitida g'oyat jadal sur'atda qotadi. Namlik muhitda dastlabki qotishdan keyin angidrid sementi quruq muhitda tobora mustahkamlanaveradi. Kotgan bog'lovchi modda suvda uzoq vaqt turib qolsa, uning mustahkamlik darajasi pasayadi, keyin quruqlik sharoitida angidrid sementining mustahkamligi yana ortaveradi. Bordi-yu angidrid sementiga faollashtiruvchi modda sifatida domna toshqoli qo'shilsa, uning suvga chidamliligi ortadi.

Binokorlik qorishmalari angidrid sementidan tayyorlangan bo'lsa, 15 martagacha muzlab-eriganda ham sezilarli darajada buzilmaydi. Uying choksiz tushalmasi, linoleum osti tushalmasi hosil qilish, turli xil suvoq va oraliqqorishmalar, organik va noorganik to'ldirgichli engil betonlar, og'ir betonlar ishlab chiqarish, shuningdek, sun'iy marmar tayyorlashda angidrid sementidan foydalaniladi. Angidrid sementidan ishlangan konstruksiya va buyumlarni havo namligi 60-70 foizdan yuqori bo'lgan erlarda qo'llab bo'lmaydi.

Ohak-fosfogips bog'lovchi materiallar. 1940 yili tadqiqotchilar Mak-Enelli tomonidan tafsiflangan usul kuydirmay turib gips va ohakdan bog'lovchi moddalar olish usulini qo'lladilar.

Umuman olganda, suvoqchilikda ohak va suvoq gipsidan iborat binokorlik qorishmalari ishlatiladi. Ohak odatda ohak xamir tarzida qo'llaniladi, buning uchun u so'ndiriladi. Ohakni so'ndirish ekzotermik jarayon bo'lib, bunda muayyan darajada issiqlik ajralib chiqadi. Gipsni kuydirish esa endotermik jarayon bo'lib, bunda suv ajralib chiqadi va issiqlik yutiladi. Mak-Enelli gipsdan chiqadigan nam ohakni gidratatsiyalashda, ohak gidratatsiyasi issiqligidan esa gipsni kuydirishda juda o'rinli foydalangan.

Tadqiqotchi R.E.Smirnovskaya mazkur usul bo'yicha fosfogips va so'ndirilmagan ohakdan suvoqqorishmasi olishga muvaffaq bo'ldi. Bundan ikki turdagi fosfogips tarkibida 0,4 va 0,2 foiz suvda eruvchan R_2O_5 bo'lgan va umumiy namligi 45 foizni tashkil etadigan yuvilgan hamda yuvilmagan fosfogips qo'llaniladi. Tajriba davomida fosfogips so'ndirilmagan ohakni birga qo'shib aralashtirish va kukunlash yo'li bilan maqbul sifatga ega bo'lgan suvoqqorishmasi hosil qilish mumkinligi aniqlandi. Ochiqhavoda etti kun saqlangandan keyin bu qorishmaning cho'zilish mustahkamligining chegaraviy ko'rsatkichi 0,6-0,7 MPa ni tashkil etdi.

Fosfogips suvoqqorishmasining tarkibiy qismlaridan biri sifatida ishlatilganda, undan fosfor kislotani yuvib chiqarib tashlashga xojat qolmaydi. Fosfogipsda gidroskopik namning kamayishi tayyor mahsulot mustahkamligining ortishiga imkon beradi.

Suvoq uchun ishlatiladigan aralashma tayyorlashning qurilmali agregatlarda fosfogips bilan ohakni bir vaqtda qorishtirish va kukunlashdan iborat. Asos qilib olingan materiallarning xususiyatlariga ko'ra, gips-ohak bog'lovchi moddalarning nisbiy miqdori 50-70 foiz fosfogips va 30-50 foiz ohakdan iborat. Xosil bo'lgan mahsulotni ma'lum vaqtgacha barcha jarayonlar to'la kechib bo'lishi uchun tindirib qo'yish lozim.

Ammo fosfogipsdan havoda qotadigan bog'lovchi materiallar olish imkoniyatlari kengligiga qaramay, ularning qo'llanish ko'lami cheklangan. Xavoda qotadigan bog'lovchi materiallar va ulardan tayyorlangan mahsulotlar qurilishda faqat ichki pardozlash ishlarida qo'llaniladi, shuning uchun fosfogipsni qayta ishlashning yuqorida sanab o'tilgan usuli juda katta miqdordagi fosfogipsdan to'la foydalanishni ta'minlay olmaydi.

4-§ Fosfogips bog'lovchi moddasini olish texnologiyasini tadqiq etish va ishlab chiqish

Eksperimental qismi M.A. Axmedov, K.E.Sarkisyan tomonidan bajarilgan. Tadqiqot o'tkazish uchun Olmaliq "Ammofos" ishlab chiqarish birlashmasi va Voskresensk kimyo kombinatlaridan quyidagi kimyoviy tarkibdagi fosfogips sinov namunalari olindi, foiz hisobida (5-jadval):

Namunalarni kimyoviy tahlil qilish natijalarini solishtirib ko'rib, shuni qayd etish mumkinki, Olmaliq fosfogipsi o'z tarkibida SiO_2 , P_2O_5 va ishqoriy moddalarning ko'pligi hamda SO_3 , CaSO_4 va nodir er elementlarining kamligi bilan Voskresensk fosfogipsidan farqqiladi. Optimal (eng maqbul) shakldagi kalsiy sulfat nimgidrat kristallarini olish uchun Voskresensk kimyo kombinati fosfogipsi pulpasiga gidrotermal ishlov berishdan oldin sulfanol NP-3 va ayrim eruvchan anorganik birikmalar kabi nimgidrat kristallanish boshqargichlari (NKB) - rostlagichlar kiritiladi.

5-jadval

Oksidlar	Voskresensk fosfogipsi	Olmaliq fosfogipsi
H_2O (400°C)	20,0	17,9
SiO_2	0,9	9,7
Al_2O_3	0,8	0,2
Fe_2O_3	0,08	0,12
CaO	31,7	29,5
MgO	0,18	Kuchsiz

SO ₃	45,1	40,5
Na ₂ O	0,1	0,24
K ₂ O	0,08	0,12
P ₂ O ₅ umum	1,27	2,10
RZE	0,73	0,13
SaSO ₄ •N ₂ O	96,96	87,07
	100,84	100,51

Olmalik “Ammofos” ishlab chiqarish birlashmasi fosfogipsi kimyoviy, rentgenostrukturaviy va petrografik usullar bilan tahlil qilindi. P₂O₅ shu jumladan suvda eriydigan fosforoksidi ko‘pligi fosfogips vodorod ko‘rsatkichi qiymatini past bo‘lishiga (rN=0,7) sabab bo‘ldi.

Fosfogipsga laboratoriya sharoitlarida nafaqat tabiiy holatda avtoklavdag idrotermal ishlov berildi, balki kislota bilan turlicha darajadar N=1,5 va 4,5 gachayuvildi, chunki nordon muhitda ishlov beriladigan fosfogips uchun optimal nordonlik ayni mana shu kattalikni tashkil etishi shart.

Fosfogipsni kristallanish boshqargichlarsiz suvli muhitda suvsizlantirish α - nimgidratning ignasimon kristallari hosil bo‘lishiga olib keladi, bu ko‘p suv talab qiladigan bog‘lovchi moddalar uchun maqbul emas, ba’zan esa, massa aralashtirib bo‘lmaydigan holatga kelib qolgani sababli umuman jarayonni amalga oshirib bo‘lmaydi.

Biroq laboratoriyada o‘tkazilgan tajribalar jarayonning o‘zidayoq davriy ravishda ta’sir ko‘rsatiladigan avtoklavda xomashyo suvsizlantirilgan vaqtda fosforitlifosfogipsga nimgidratkristallanish boshqargichlarini kiritishning xojatiy o‘qligi aniqlandi, chunki ular siz ham kerakli o‘lchamdagi kalsiy sulfat nimgidratkristallari hosil bo‘larkan. Bu – faol kremniy II oksidi va natriy birikmalarining katta miqdorda (9,7%) bo‘lishi bilan izohlanadi, demak, fosfogipsda α - nimgidratkristallarini boshqarish uchun qulay shart-sharoitlar yarataoladigan aralashmalar bor ekan. Laboratoriya sharoitlarida fosfat kislotasini turli darajada

yuvish orqali oltngan bog'lovchi moddalarni sirash natijalari fosfor, ftor va x.k. eruvchan birikmalar fosfogipsni yuvish zarurligini qo'rsatadi (6-jadval).

Bu holda pulpadar N=fosfogipss:q=1, 1,5 danortiq bo'lganida - markasi 200 bo'lgan texnik gips, rN=4,5 bo'lganida esa, undan ham ko'proq M=300 texnik gips olinishi mumkin.

Bog'lovchi moddalarni faollashtirish va granulometrik tarkibini yaxshilash uchun ular tajribada sinashdan oldin titratish tegirmonchasida maqbul solishtirma yuza 3,5-4 sm²/gr hosil bo'lgunicha maydalangan. Laboratoriyada va sanoat korxonalarida o'tkazilgan tajriba tadqiqotlari Olmaliq fosfogipsidan mustahkamligi yuqori darajada bo'lgan bog'lovchi moddalar, ya'ni pishiq, mustahkam gips olish mumkinligini ko'rsatdi.

Sulfat kalsiy nimgidrat kristallanishini, qo'shimcha NKB ni kiritmayturib, fosfogips tarkibida mavjud bo'lgan aralashmalar hisobiga amalga oshirish mumkinligi aniqlandi. Xosil qilingan bog'lovchi modda tarkibida nodir er elementlari kam bo'lgani va fosfatlarning nordon filtr bilan birga ketgani uchun uningtishlashish muddatlari ancha qisqa bo'ladi. Fosforitfosfogipsidan olingan bog'lovchi modda gips tarkibli chiqindilardan gipsli bog'lovchi moddalar uchun qo'yiladigan TU 21-31-75 talablariga javob beradi.

6-jadval

Tavsifi (xususiyatlari)	Yuvilmasdan PH=0,7	PH=1,5 gacha yuvilganida	PH=4,5 gacha yuvilganida
Suvga talabchanligi, %	30	31	33
Tishlashish muddatlari: soat, min			
boshlanishi	13-10	9-20	5-50
tugashi	22-30	14-50	8-20
Egilishga mustahkamligi: MPa			
1,5 soatdan keyin	1,1	2,4	3,7
1 sutkadan keyin	2,3	3,4	4,8

quritilganlari	3,7	4,8	6,9
Siqishga chidamliligi: MPa			
1,5 soatdan keyin	2,3	3,6	6,9
1 sutkadan keyin	4,4	7,4	12,0
quritilganlari	9,8	21,0	32,0

Sulfat kalsiy α -nimgidratining tajriba o'tkazish uchun mo'ljallangan namunalari kimyoviy va rentgenografik tadqiqotlardan, shuningdek kimyoviy tarkibi quyidagilardan iborat foiz hisobida:

p.p.p.=6,64	Fe ₂ O ₃ =0,40	Na ₂ O=0,03
SiO ₂ =6,46	CaO=35,44	K ₂ O=0,07
Al ₂ O ₃ =0,32	SO ₄ =49,56	R ₂ O ₅ =1,72 =100,64

Kalsiy sulfat α -nimgidrat rentgenogrammasida nimsuvli gipsning 5,98; 3,44; 2,99; 2,79; 2,12; 1,84; 1,68 Å ga teng masofa d oraligida bo'lgan tekisliklar o'rtasida juda katta qiziqchizirlari ham kvarsning d-3,33 va 2,45 Å o'ziga xos chizirlari bor. Kuyida yarim sanoat qurilmasida hosil qilingan α -nimgidratning sinov natijalari ko'rsatkichlari keltirilgan: suvtalabchanligi - 31%, tishlashish muddati (boshlanishi) - 10 min, (oxiri) - 15 min, egilishga chidamliligi 1,5 soat dan keyin 2,6; 1 sutkadan keyin - 3,9; quritilganlariniki - 5,1 MPa siqilishga chidamliligi 1,5 soatdan keyin 4,7; 1 sutkadan keyin - 8,9; quritilganlari- niki - 28,0 MPa.

Shunday qilib tadqiqot va yarimsanoat sinov natijalari Olmaliq fosfogipsidan markasi 200 va 300 bo'lgan yuqori darajali mustahkam gips bog'lovchi moddalarini olish mumkinligini tasdiqladi.

Fosfogipsli havoda qotadigan bog'lovchi modda – anhidridsement ishlab chiqarish uchun tekshirib ko'rildi. Anhidridsementning asosiy tarkibiy qismi suvsiz kalsiy sulfat dan iborat bo'lib, tabiiy gipstoshini CaSO₄•2H₂O 600-750⁰ C haroratda kuydirish yo'li bilan olinadi. Anhidridsement ishlab chiqarish uchun tarkibida gips bo'lgan turli kimyoviy chiqindilardan foydalanish mumkin.

Biz quyidagi kimyoviy tarkibli fosfogipsdan unga ishlov bermasdan foydalandik

p.p p..=20,90	Fe ₂ O ₃ =0,53	Na ₂ O=0,15	MgO=0,12
SiO ₂ =9,00	CaO=27,60	K ₂ O=0,17	
Al ₂ O ₃ =0,32	SO ₄ =39,70	P ₂ O ₅ =1,72	

Kuydirish jarayonini mufel pechkasida 600-750⁰ daraja haroratda har 50⁰ C dan keyin 2 va 4 soat tutib turib bajardik. Kuydirilgan mahsulotlar kimyoviy tahlil qilindi, uning natijalari kuydirilgan mahsulotlar kimyoviy tarkibida sezilarli farqlarni ko'rsatmadi. Rentgenogrammalarda tekisliklar aro masofalari d=3,49; 2,83; 2,45; 2,32; 2,19; 2,08; 1,86; 1,74; 1,64 Å takrorlanadigan angidridning kuchli chiziqlari bor. Fizik-mexanik sinovlardan o'tkazish uchun kuydirilgan materiallar elakda №008 8-10% qoldiq qolgunigaqadar elandi.

Suv bog'lovchi nisbati normal quyuqlashishi muvofiq ravishda shakllantirish uchun qabul qildik. Kotish katalizatorlari sifatida ohak (1-5%), CuSO₄ (0,8%) mis ishlab chiqarish korxonasining chiqindisi sishtof (10% gacha), domnashlagi (10% gacha) Na₂SO₄ (0,6%)+ CuSO₄ (0,8%) nordon, neytral va reaktiv glinozem (1,5%).

7-jadval

Namunalar mustahkamligini (MPa) temperatura (°C)

o'zgarishiga qarab o'zgarishi

Katalizator %	600		650		700		750	
	egl-ga	siq-ga	egl-ga	siq-ga	egl-ga	siq-ga	Egl-ga	siq-ga
0,6Na ₂ SO ₄ +0,8CuSO ₄	0	2,3	2,5	8,6	1,5	2,9	0,9	4,8
Nordon glinozem	0,7	8	2,7	8,8	1,5	5,1	0,9	3,5
Neytral glinozem	0,7	4	2,1	2,2	1,6	5,7	1,1	4,5
Ohak -1,0	0	0	0,6	2,5	0	0	0,5	2,1
Ohak -2,0	1	3,9	2,7	11	1,8	6,7	1,3	6,1
Ohak -3,0	2,1	7,4	3,0	11,6	1,7	6,5	2,0	8,8
Ohak -4,0	2,4	7,7	2,8	11,5	1,0	2,8	2,2	8,9
Ohak -5,0	4,1	13,1	4,6	17,5	2,0	7,3	2,1	7,6

Fosfoangidridli bog'lovchi asosida 1:3 bog'lovchi:qum massasi tarkibli qorishma bo'yicha standart 4x4x16 sm tayoqcha namunalari etti sutkadan so'ng sinaladi. Tishlashish muddatlari GOST talablariga to'la javob berishi aniqlandi.

Katalizator qo'shimchasiz 600-700° C turli muddatda kuydirilganda fosfogips hech qanday mustahkamlik bermadi. CuSO₄ katalizatori qo'shimchasi qo'shilgan namunalarni qoliplardan ajratib olib bo'lmas edi, chunki mis sulfati qolip moylari bilan reaksiyaga kirishib ketgan edi.

Sishtof, domna toshqoli, reaktiv glinozem qo'shilganda namunalar mustahkamligini yo'qotib, sochilib ketar edi. 2 dan 5% ohak katalizatori 650° C kuydirilgan fosfogipsga qo'shilganda hosil bo'lgan bog'lovchi eng yaxshi fizik-mexanik xarakteristikalarga ega bo'ldi. Ushbu ma'lumotlar quyidagi 7-jadvalda keltirilgan.

Shunday qilib, yuqori haroratda kuydirilgan angidridli bog'lovchi olish uchun o'tkazilgan tadqiqotlar, tabiiy angidrididan olingan angidrid sementidan mustahkamligi bo'yicha qolishmaydigan bog'lovchi olish imkoniyati borligini ko'rsatdi.

5-§ Magnezial bog'lovchilar

Magniy xlorid (MgCl₂) ning suvli eritmalariga qoriladigan va mayda tuyilgan kaustik magnezit yoki kaustik dolomit kukunlaridan iborat havoda qotadigan bog'lovchi moddalar magnezial bog'lovchi materiallar deb ataladi.

Kaustik magnezit kukuni bilan magniy xlorid eritmasining havoda tez qotadigan xamirsimon aralashmasi ba'zan Sorel sementi deb (ixtirochining nomi bilan) ataladi.

Kaustik magnezit va magnezial sementning kimyoviy tarkibi tufayli organik to'ldirgich (yog'och qipig'i, qirindi-tarashasi va boshqa) larning birikishi-yopishishi uchun qulay sharoitlar tug'ildi. Ular magnezial bog'lovchilar muhitida chirimaydi va parchalanmaydi. Magnezial bog'lovchilar bilan asbest va boshqa tolasimon to'ldirgichlar ishlatish ham ancha foydali.

Kaustik magnezit tabiiy magnezitni 750-850°C temperaturada kuydirib, soʻngra pishgan mahsulotni kukunsimon holgacha tuyish yoʻli bilan olinadi.

Magnezit magniy karbonat (MgCO_3) tuzidan iborat boʻlib, tabiatda ikki xil, yaʼni amorf va kristall koʻrinishda uchraydi.

Kristall magnezit (tarkibidagi qoʻshilmalarga qarab) qul rang, oq, baʼzan sarigʻ va hatto jigar rang tusda aniq kristall tuzilishda va shishadek yaltiroq boʻladi. Unda CaCO_3 va FeCO_3 koʻrinishlardagi qoʻshilmalar bor. Ammo sof holida ham uchraydi.

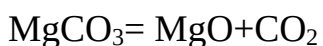
Magnezitning kimyoviy tarkibi kuyidagicha: 47,82% MgO va 52,18% CO_2 .

Kaustik dolomit tabiiy dolomit ($\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$) ni kuydirish natijasida olinadi. U kalsiy va magniyning qoʻsh tuzidan iborat boʻlib, quyidagi kimyoviy tarkibga ega: 54,2% CaCO_3 va 45,8% MgCO_3 .

Kaustik magnezit ishlab chiqarish tayyorlash jarayonlari (xom ashyoni qazib olish, saralash, maydalash) va asosiy jarayonlar (kuydirish hamda tuyish) dan iborat.

Xom ashyo ishlab chiqarish sxemasiga qarab maydalanadi. Masalan, shaxta pechlar uchun yirik, aylanma pechlar uchun maydaroq material zarur.

Magnezitni kuydirish uchun pechlarning hamma turidan (xumdondan tortib maxsus konstruksiyadagi mexanik pechlargacha) foydalanish mumkin, ammo koʻpgina oʻtxonasi tashqariga joylangan shaxta pechlarda kuydiriladi. Kuydirayotganda magnezit parchalanadi va quyidagi reaksiya boʻyicha magniy oksidi bilan angidrid gaziga ajraladi:



Magniy karbonatning parchalanish reaksiyasi endotermik reaksiya hisoblanadi, yaʼni bu reaksiya sodir boʻlishi uchun talaygina miqdorda issiqlik (1kg MgCO_3 ga 344 kkal) sarflash talab qilinadi. Magniy karbonat 500°C da parchalana boshlaydi deb qabul qilsa boʻladi, lekin 600-650°C da talabdagidek tez oʻtadi. Zavod sharoitlarida magnezit nisbatan ancha yuqori, taxminan 800°C, aylanma pechlarda esa 1000°C gacha temperaturada kuydiriladi.

Magniy karbonatning parchalanish reaksiyasi umuman qaytarma reaksiyadir. Reaksiya talabdagidek yoʻnalishda boʻlishi uchun reaksiya mahsulotlaridan biri, yaʼni

CO₂ tabiiy yoki su'niy yo'l bilan chikarib tashlanadi, shuningdek kuydirish temperaturasi nazariy zarur temperatura darajasidan oshiriladi. Biroq juda ham yukori temperaturadan foyda yo'q, chunki MgO ning bog'lovchilik xossalari yomonlashadi.

Magnezitni 1300⁰C dan ortiq temperaturada kuydirish natijasida»o'ta pishgan» magnezit hosil bo'ladi. Bunday magnezitni tuyganda bog'lovchi modda bo'lmay qoladi, balki o'tga chidamli magnezit buyumlar ishlab chikarish uchun xom ashyo sifatida ishlatishga yaraydi, xolos.

Demak, CO₂ batamom ajralib chiqqanida kuydirish temperaturasida qanchalik past bo'lsa, kaustik magnezit shunchalik sifatli chiqadi.

Kaustik magnezit qanchalik sifatli pishirilganini uning solishtirma og'irligiga qarab aniqlash mumkin. Standartga qaraganda solishtirma og'irligi 3,1-3,4 g/sm² bo'lishi kerak. Kuydirilmagan magnezitning solishtirma og'irligi o'rtacha hisobda-3, «o'ta kuydirilgani» niki esa -3,7 g/sm³. Shuning uchun ham chala kuydirilganda magnezitning solishtirma og'irligi 3,1 dan past, o'ta pishirganda 3,4 g/sm² ortiq bo'ladi.

Dolomitlar keskin o'zgaruvchan tarkibli birikmalardir. Shuning uchun ham kaustik dolomit ishlab chiqarayotganda tabiiy dolomit kimyoviy tarkibini bilishga katta e'tibor berilishi lozim. Buning uchun konda uning o'rtacha namunalarini tanlab olib, kimyoviy tahlil qilib ko'rish zarur.

Tabiiy dolomitni taxminan 650-750⁰C da (chala) kuydirganda kaustik dolomit hosil bo'ladi. Kaustik magnezit ishlab chiqarayotgandagidek dolomit shaxta va aylanma pechlarda chala kuydirilishi mumkin.

Dolomitni chala kuydirganda MgCO₃ dekarbonlashadi (parchalanadi) va MgO ga aylanadi. CaCO₃ ning ko'p qismi parchalanmay qoladi, chunki uning dissotsiatsiya temperaturasidan yuqori chala kuydirish natijasida tarkibida magniy oksidi, ohaktosh va ozgina miqdorda ohak bo'lgan mahsulot hosil bo'ladi.

800-1000⁰C xaroratgacha gacha ko'tarilganda kuydirilgan mahsulot tarkibida anchagina miqdorda so'na oladigan kalsiy oksidi bor dolomit ohakdan iborat bo'ladi.

1300°C xaroratdan yuqori bo'lsa, «o'ta pishgan» dolomit hosil bo'ladi. Bu ham «o'ta pishgan» magnezit singari o'tga chidamli buyumlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Qoritqilar. Magnezial bog'lovchi moddalar uchun magniy xloridning suvli eritmalari, shuningdek magniy sulfati, temir sulfatlarining eritmalari va boshqa tuzlar qoritqi bo'lishi mumkin. Kaustik magnezitni suv bilan qorilganda qotgan sement tosh nisbatan unchalik mustahkam bo'lmaydi. Holbuki xlorid yoki magniy sulfati bilan qorganda nihoyatda mustahkam sement tosh hosil bo'ladi.

Tarkibida magniy xlorid suvli eritmasi bo'lgan ko'llar sanoat miqyosida magniy tuzlar qazib olish manbalari hisoblanadi.

Magniy xlorid ma'lum miqdordagi suvli eritma holida qoritqi sifatida ishlatiladi. Odatda solishtirma og'irligi 1,09-1,26 g/sm³ gacha bo'ladi.

Magnezial sement komponentlarining o'rtacha ulushi aktiv magniy oksidi (kaustik magnezit umumiy og'irligining taxminan 85% ini tashkil etadi) va qattiq (quyuq) olti molekula suvli magniy xloridga hisoblaganda (og'irligi jihatidan) 67-62 % MgO va 33-38 % MgCl₂·6H₂O dan iborat.

Sulfat kislotani magniy oksidi bilan neytrallab magniy sulfati olish mumkin.

Magniy sulfatidan foydalanayotganda kuyidagicha ulushlanadi: suvsizlantirilgan MgSO₄ ga hisoblanganda 80-84% magniy oksidi va 20-16% magniy sulfati. MgSO₄ li qorishmadan tayyorlangan sement tosh MgCl₂ li qorishmadan ishlanganga qaraganda unchalik mustahkam bo'lmaydi. Biroq magniy sulfatli qorishmadan tayyorlangan sement toshning gigroskopikligi magniy xloridli qorishmadan ishlangan sement toshnikidan ancha past bo'ladi.

Tayyor buyumlarning gidroskopikligini kamaytirish va ularning suvga chidamliligini oshirish maqsadida kaustik magnezitga qoritqi sifatida birgina o'zi yoki magniy xloridi bilan birgalikda temir kuporosi ishlatiladi. Temir kuporosini qo'shish magnezial sementning tishlashishini tezlashtiradi va buyumlarda sho'ra-dog'larni kamaytiradi.

Xossalari va ishlatilishi. Kaustik magnezit, shuningdek, kaustik dolomitning qotish jarayonini, A.A. Baykov nazariyasiga ko'ra, uch davrga ajratish mumkin.

Birinshi magniy oksidning gidratatsiyalanishi bilan xarakterlanadi. Bu jarayon davomida qo'shaloq birikma $\text{MgO} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ hosil bo'ladi (qoritqi sifatida MgCl_2 olingan bo'lsa). Gidratatsiya va qo'shaloq tuzning hosil bo'lish reaksiyalari deyarli qorib bo'lgandan keyinroq boshlanadi.

Ikkinchi davr-tishlashish yoki kolloidlanishi. Reaksiyalar natijasida hosil bo'lgan birikmalar o'ta to'yingan eritma hosil qiladi va gel (iviq) shaklida ajralib chiqadi; tishlashishi tez boshlanib, tez tugaydi, qotgan massaning kolloid holati esa uzoq vaqt davom etadi.

Uchinchi davr davomida kolloid massa yaxna holatida qayta kristallashish yo'li bilan kristall o'simtga aylanadi. Kristallar hosil bo'lsa-da, ular juda ham kichik, kolloid o'lchamlarga yaqin o'lchamlarda bo'ladi.

Magnezit xom ashyoni $800-850^\circ\text{C}$ temperaturada kuydirib, so'ngra maydalab tayyorlanadigan kaustik magnezitning solishtirma og'irligi, standartga ko'ra, $3,1-3,45 \text{ g/sm}^3$, hajm og'irligi $-0,65$ dan $0,85 \text{ t/m}^3$ gacha bo'lishi kerak. 21 nomerli elakda ko'pi bilan 5% material qolishi, 0085 nomerli elakdan materialning kamida 75% i o'tishi kerak.

Kaustik magnezitning kimyoviy tarkibini quyidagi ma'lumotlardan bilib olish mumkin (8-jadval).

Kaustik magnezit tishlashishi kamida 20 minutdan keyin boshlanishi, kechi bilan 6 soatdan (qorgan vaqtdan hisoblaganda) tugatish kerak. Kaustik magnezitni normal sharoitlarda sinayotganda hajman bir tekis o'zgaradigan bo'lishi zarur.

Bir sutkadan so'ng cho'zilgandagi mustahkamlik chegarasi kamida $1,5 \text{ MPa}$ bo'lishi kerak (tuzli eritmada qorilgan kaustik magnezit bilan yog'och qipidlari aralashmasini sinayotganda; qipiqsiz tayyorlansa, bir sutkadan so'ng cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi $5,0-10,0 \text{ MPa}$ ga, siqilishdagisi esa $30,0-40,0 \text{ MPa}$ ga etadi).

Dolomit xom ashyoni magniy karbonat dissotsiatsiyasi temperaturasidan yuqori, biroq kalsiy karbonatnikidan kam (700°C ga yaqin) temperaturada chala kuydirilib tayyorlanadi gan nimpishiq dolomitning solishtirma og'irligi $2,87-2,85 \text{ g/sm}^3$ atrofida, hajm og'irligi esa $1,08$ dan $1,11 \text{ t/m}^3$ gachabo'lishikerak.

Nimpishiq dolomit kaustik magnezitga nisbatan qo'yiladigan talablarga mos darajada maydatuyilgan bo'lishi kerak.

8-jadval

Kaustik magnezitning kimyoviy tarkibi

Komponentlarning nomi	Magnezit tarkibida og'irlik bo'yicha, % hisobida	
	2-klass	3-klass
Magniy oksidi, (MgO) kamida.....	83	75
Kalsiy oksidi, (CaO) ko'pi bilan.....	2,5	4,5
Xlorid kislota erimaydigan qoldiq, ko'pi bilan.....	2,5	4
Bir yarim miqdorli oksidlar $Al_2O_3+Fe_2O_3$	normalanmaydi	
110°C dagi namligi, ko'pi bilan.....	1,5	1,5

Kaustik magnezit namunalarning cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi (3,7 va 28 sutka tutilgan) tegishli kamida 1,0, 1,6 va 2,5 MPa bo'lishi lozim. Namunalar og'irligi bo'yicha 9 qism kaustik magnezit va 1 qism qipiq aralashmasidan yasaladi.

Magnezial bog'lovchi choksiz ksilolit pol qurishda ishlatiladi. Bunday pollarda asosiy to'ldirgich sifatida yog'och qipqlaridan foydaniladi. Ksilolit pollar gigiena talablariga mosligi va ko'pga chidashi bilan farqqiladi. Issiqni kam o'tkazuvchanligi jihatidan eman parketga o'xshaydi. Ksilolit pol ko'pchilik foydalanadigan joylar (vokzal, klub, magazin, kasalxona va boshqalar) da, turar joy binolarining yordamchi xonalari (koridor, oshxona, zinapoya maydonchalari va hakoza)da, shuningdek rejimi quruq fabrika va zavod binolarida quriladi.

Yog'och maydasi (qipiq, yog'och uni) va magnezial sementdan polga ishlatiladigan presslangan plitalar yasaladi.

Magnezial bog'lovchilar xonalarning ichini suvashda ham ishlatiladi. Bunday hollarda to'ldirgich sifatida odatdagi daryo yoki soy qumini ishlatish mumkin. Bunday suvoq nihoyatda mustahkam bo'ladi. Bundan tashqari ana shunday suvoq

ishlatganda sement kam sarf qilinadi va binoning tezroq foydalanishga topshirish imkoni tugʻiladi.

Har xil qurilish detallari (deraza taglari, zinapoyalari, yaxlit tom, tomga yopadigan plitalar va boshqalar), fibrolit plitalar va issiqoʻtkazmaydigan turli materiallar ishlashda ham ana shu bogʻlovchilardan foydalaniladi.

4-bob Havoda qotadigan ohak

Havoda qotadigan ohak deb tarkibida 8% gacha gil qo'shilmalar bo'lgan va erib yopishib qolmaydigan qilib, bir me'yorda kuydirilgan ohaktoshlarni mayda tuyish natijasida hosil bo'ladigan havoda qotuvchan bog'lovchi moddalarga aytiladi.

Hali tuyilmagan kuydirish mahsuloti so'ndirilmagan kesak ohak (qaynama) deb ataladi. U shu holicha bog'lovchi modda hisoblanmaydi va uni qorishma hamda beton tayyorlashda ishlatib bo'lmaydi. Bog'lovchi qilish uchun kesak-ohak mayda tuyilishi zarur.

Kesak-ohakni maydalashning ikki usuli qo'llaniladi:

mexanik usul-shar yoki boshqa tegirmonlarda tuyiladi;

so'ndirish usuli-ohak bo'laklariga suv bilan ta'sir qilinadi; shunda ohak o'z-o'zidan mayda zarrachalarga parchalanadi (dispergiranadi).

Kesak-ohak qanday usulda maydalanganiga qarab, havoda qotadigan tovar ohakning quyidagi turlari bo'ladi:

kesak-ohak qaynamani mexanik usulda maydalab tayyorlanadigan so'ndirilmagan tuyilgan ohak. U tarkiban asosan kalsiy oksididan tashkil topgan bo'ladi;

kesak-ohak-qaynamani ma'lum miqdordagi suv bilan (kukunsimon holatga kelgunicha) so'ndirib tayyorlanadigan so'ndirilgan gidrat ohak (pushonka-kukun). Kimyoviy tarkibi jihatidan u kalsiy gidrati $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan iborat bo'ladi;

kesak-ohak-kaynamani ortiqcha suv bilan so'ndirish natijasida hosil bo'ladigan mahsulot – ohak xamiri; ohak xamiri asosan gidrat oksidi va suvdan iborat bo'ladi.

Kesak-ohak so'ndirib yoki tuyib maydalash jarayonida aktiv yoki gidravlik mineral qo'shilmalar (domna va yoqilg'i shlaklari, kul, vulkan kuli, pemza, tuf, kvars qum, semyanka, trepel va gips tosh) qo'shish mumkin. Ohak qancha mineral qo'shilma qo'shish mumkinligi ohakning aktivligi ($\% \text{CaO} + \% \text{MgO}$) bilan aniqlanadi. Ammo 9 jadvalda ko'rsatilgan miqdordan kam bo'lmasligi kerak.

Ohak ishlab chikarish uchun ohaktoshlardan foydalaniladi. Ohaktoshlarda kalsiy karbonatdan tashqari ozmi-ko'pmi magniy karbonat ham bo'ladi.

Kuydirilayotganda karbonat tuzlari qattiq CaO va MgO oksidlari hamda gazsimon mahsulot – CO₂ ga dissotsiatsiyalanadi. Gazsimon mahsulot chikarib tashlanadi, qolgan qattiq oksidlar esa havoda qotadigan so‘ndirilmagan ohak tarkibiga kiradi. Havoda qotadigan ohak qancha magniy oksidi borligiga qarab oz magnezialli (5% gacha magniy oksidi bor) magnezialli (5 dan 20% gacha magniy oksidi bor) va dolomitli (20 dan 41% gacha magniy oksidi bor) ohaklarga bo‘linadi.

Ohakda magniy oksidi va gil-aralashmalar bo‘lishi uning xossalariga, jumladan so‘nish tezligiga¹ katta ta’sir qiladi. Havoda qotadigan ohak so‘nish jarayonining davom etish muddatiga qarab ikkiga bo‘linadi: tez so‘nuvchan ohak-20 min ichida so‘nadi va asta so‘nuvchan ohak-20 min dan ortiq muddatda so‘nadi.

Qaynama-ohakni so‘ndirayotganda ohak xamiri temperaturasi har xil bo‘lishi mumkin. Shuning uchun ham havoda qotadigan ohak ko‘rsatkichiga qarab shartli ravishda ikkiga bo‘linadi.: past ekzotermik ohak (so‘ndirilayotgan vaqtdagi eng yuqori temperaturasi 70⁰C dan past) va yuksak ekzotermik ohak (so‘ndirilayotgan vaqtdagi eng yuqori temperaturasi 70⁰C dan ortiq).

1-§ So‘ndirilmagan kesak-ohak

So‘ndirilmagan kesak-ohak ishlab chikarish texnologik jarayoni, keltirilgan sxemadan ko‘rinib turibdiki, asosan ohaktosh qazib olish, uni tayyorlash va kuydirishdan iborat.

1. Xom ashyo materiallari va ularni tayyorlash

So‘ndirilmagan kesak-ohak ishlab chikarish uchun tarkibida kalsiy karbonat ko‘p bo‘lgan tog‘ jinslari (ohaktoshlar) dan foydalaniladi. Ohaktoshlar cho‘kindi tog‘ jinslari bo‘lib, kimyoviy tarkibi va fizikaviy xossalari jihatidan xilma-xil turlarga bo‘linadi. Biroq uning asosiy qismi kalsiy karbonatdan iborat. Boshqa moddalar, ya’ni (magniy karbonat, gil va har xil oksidlar) bo‘lishiga sabab shuki, ohaktoshlar cho‘kindi holda hosil bo‘ladi; karbonatlar cho‘kkanida bu moddalar ham cho‘kkan. Aralashmalarning miqdoriga qarab ohaktoshlarning rangi oq rangdan qora rangacha

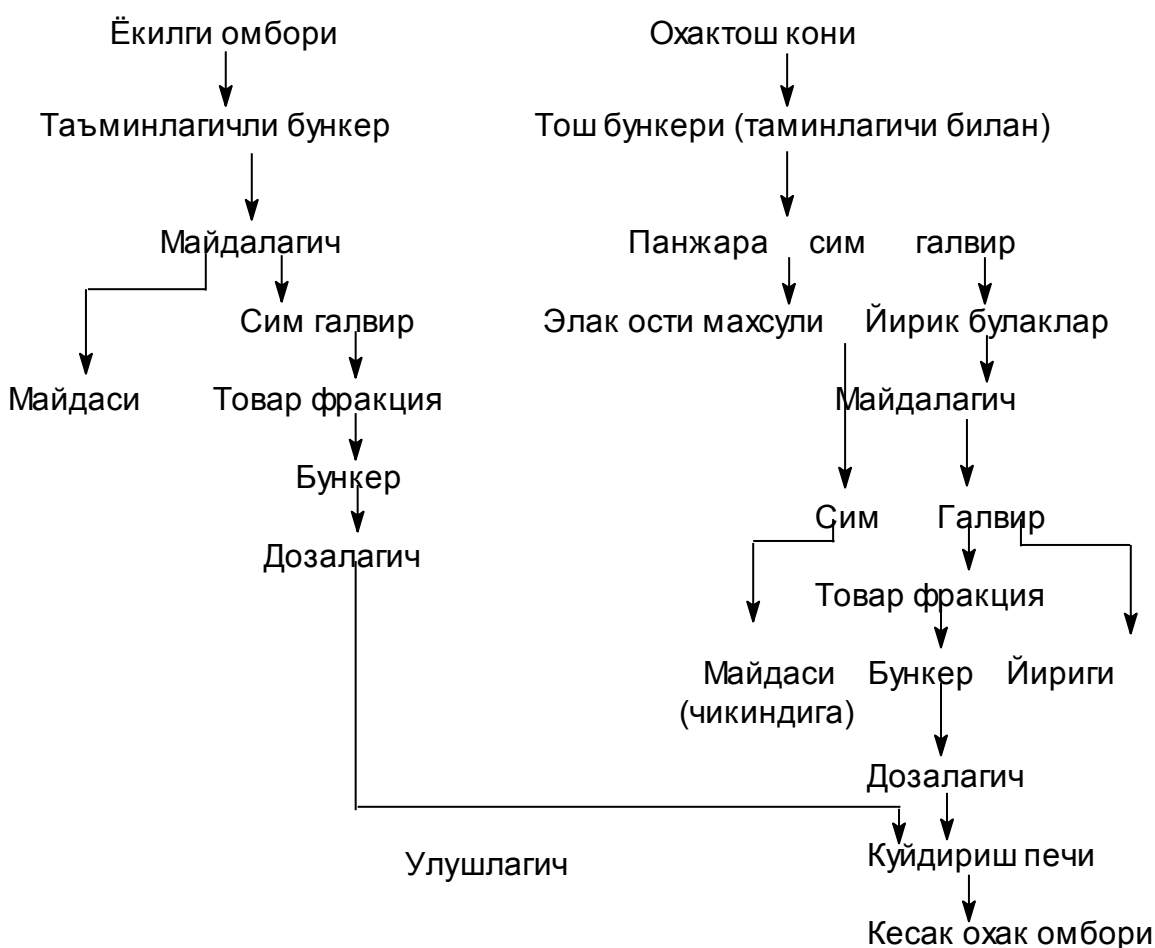
¹Стандарт лаборатория синови вақтидаги сўниш тезлиги деганда кесак-оҳакни сув билан қорган вақтдан хаамири максимал температурагача қизигунига кадар ўтган давр тушунилади.

boradi. Bitum va ko‘mir moddalar qo‘shilgan bo‘lsa ohaktosh qoramtir bo‘ladi. Sarig‘, qo‘ng‘ir, kul rang tusda bo‘lishi ohaktoshdagi temir va marganets aralashmalari ta‘siridan; kimyoviy jihatdan sof kalsiy karbonat oppoq bo‘ladi.

Odatda ohaktoshlarga gil aralashmalari qo‘shilgan bo‘ladi. Shunga ko‘ra ohaktoshning quyidagi turlari uchraydi: sof ohaktosh (tarkibida 5% gacha gil aralashmalari bor); mergel (gil)li ohaktosh (tarkibida 5 dan 10% gacha gil zarrachalari bor); ohak-karbonat mergel (tarkibida 10 dan 30% gacha gil zarrachalari bor) va mergel (tarkibida 30 dan 50% gacha gil zarrachalari bor) ohaktosh.

Keltirilgan klassifikatsiyadan ko‘rinib turibdiki, havoda qotadigan ohak ishlab chiqarish uchun faqat sof ohaktosh va qisman mergeli (gil) ohaktoshnigina ishlatish kerak.

So‘ndirilmagan kesak ohak ishlab chiqarish texnologiyasi sxemasi



5-Rasm. So‘ndirilmagan kesak ohak ishlab chiqarish texnologiyasi sxemasi

Havoda qotadigan ohak xossalariga katta ta'sir etadigan ikkinchi modda magniy karbonatdir. Karbonatli tog' jinslari tarkibida qancha MgCO_3 borligiga karab, salginadolomitlashgan ohaktosh (tarkibida 5-10% MgCO_3 bor), ohaktosh dolomit (tarkibida 20-40% MgCO_3 bor) va dolomit (tarkibida 40-46% MgCO_3 bor) ga bo'linadi.

Havoda qotadigan ohak ishlab chiqarish uchun dolomitlashgan ohaktoshlarning hamma turlari ishlatilishi mumkin. Ularni kuydirganda tegishlicha oz magnezialli va dolomitli ohak hosil bo'ladi.

Havoda qotadigan ohak ishlash uchun qo'llaniladigan karbonatli tog' jinslarining hammasi standart bo'yicha uch, ya'ni A, B va V klassga bo'linadi. Bunday bo'lishi uchun tog' jinslari tarkibida qancha karbonat, magniy karbonat va gil aralashma (SiO_2 , Al_2O_3 va Fe_2O_3 oksidlari) borligi asos qilib olingan. Quyida (9-jadval) ohaktoshning har klassiga nisbatan qo'yiladigan talablar keltirilgan.

9-jadval

Havoda qotadigan ohak ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan ohaktoshlarning kimyoviy tarkibi

Ohaktoshlar klassi	Tarkibi, % hisobida		
	CaCO_3	MgCO_3 ko'pi bilan	Gil aralashmalar ko'pi bilan
A	95	2,5	2
B	82	10	8
V	50	40	8

Ohaktoshlar strukturasi jihatidan zich, bo'sh va g'ovak bo'lishi mumkin. Shuning uchun ham ohaktoshlar quyidagi turlarga bo'linadi:

donador-kristall yoki marmar (mayda kristall strukturali) ohaktosh;

zich-kristall strukturali ohaktosh;

zoldirchalar to'plamidan iborat yaxlit ohaktosh;

ohaktosh tuf (g'ovak ohaktosh);

o'lgan jonli organizmlar kosasidan iborat ohaktosh –chig'anok;
yumshoq-bo'sh tog' jinsi-bo'r.

Shaxta pechlarda kuydirib, havoda qotadigan ohak ishlab chikarish uchun strukturasi zich hamma ohaktoshlardan foydalanilsa bo'ladi.

Ohaktoshni qazish. Ohaktosh konlari ko'p hollarda er yuzasida bo'ladi. Ohaktosh ochiq usulda qazib olinadi: portlatiladi, keyin portlatilgan tog' jinslari bir cho'michli ekskavatorlar yordamida transportga yuklanadi. Ohaktoshlarning yirik xarsanglari pnevmatik yoki elektr bolg'alar bilan maydalanadi. Ba'zan kichkina zaryadlar yordamida takror portlatib maydalanadi.

Ohaktoshlar temir yo'l yoki tosh yo'lda qatnaydigan transport vositasida yoki kon yaqinida, ya'ni 1 kg masofada bo'lsa, transportyorlar yordamida tashiladi. Transportyor yordamida tashish eng qulay, unumli va kam mehnatli usuldir. Kon 3 km masofada bo'lganda ohaktoshlarni yukini o'zi ag'daradigan mashinalarda tashigan foydali, yukini o'zi ag'daradigan mashinalarda yaxshi ishlashi uchun usti qattiq, pishiq yo'llar kerak. Kon 3 km dan ortiq masofada bo'lganida temir yo'ldan foydalanilgani maqul.

Xom ashyoni qazib olishni tashkil qilayotganda ohaktosh cho'kish natijasida hosil bo'lganiga katta ahamiyat berish kerak. Chunki ohaktoshlarning kimyoviy va mineralogik tarkibi kon sathi va uning qalinligi (quvvati) bo'yicha ancha farqqiladi. Ohaktosh qatlamida linzasimon uyum yoki qatlam holida gil uchrashi ham mumkin. Havoda qotadigan ohak ishlash uchun qo'llaniladigan ohaktosh tarkibida aralashma ko'p bo'lsa, uni ishlatib bo'lmaydi. Shuning uchun kondan ohaktosh qazib ola boshlashdan oldin uning hamma uchastkasini puxta tekshirib chiqarish kerak.

Ohaktosh mazkur erda sifati jihatidan qanchalik bir xilligiga qarab yoppasiga yoki tanlab-tanlab qaziladi. Ohaktosh sifati jihatidan ayrim uchastkalarda bir xil bo'lgani yoki salgina farqqilgani taqdirdagina yalpi (yoppasiga) qaziladi. Sifati keskin farqqilsa, tanlab-tanlab qaziladi. Bunday qazishda ohakning tannarxi oshadi, shu bilan birga ishonchli bo'lmay qoladi. Gap shundaki, qazish vaqtida ohaktoshning sifati yoki sifatsizligini rang va qattiqligiga qarab aniqlash mumkin. Buning uchun

katta tajriba kerak. Shuning uchun ham ohaktosh, to'plangan joylar sifati jihatidan bir-biridan keskin farqqilsa, ohak zavodi ko'rsatkichlarga ega bo'lgan nisbatan yaxshiroq qidirish kerak bo'ladi.

Ohaktoshni kuydirishga tayyorlash. Ohaktosh bo'laklarining iloji boricha bir xil o'lchamda bo'lishi ohakning sifatli kuydirilishini ta'minlaydigan muhim shartlarning biridir. Bu shartga shu sababdan rioya qilinishi kerakki, birinchidan, kuydirish muddati ohaktoshlarning o'lchamiga bog'liq, ikkinchidan, bir xil o'lchamdagi ohaktosh bo'laklari nisbatan ancha katta bo'shliq hosil qiladi., shu bilan shaxta pechlarda gazlarga kam qarshilik ko'rsatiladi. Yirik va mayda ohaktosh bo'laklari aralashiga kuydirilsa, ohakning bir qismi chala, bir qismi esa o'ta pishib ketadi.

Bir xilda yirik shixta ishlatilsa, kuydirilayotgan material shaxta pechda tekis joylashadi. Pechga o'lchami har xil ohaktosh solingan yirik bo'laklari og'ir bo'lgan sababli pech periferiyasi bo'yicha mayda bo'laklar esa o'rtasi (markazi)da to'planib qoladi. Ohaktosh bo'laklari qanchalik kichik bo'lsa, shixta gazlarning o'tishiga shunchalik ko'proqqarshilik ko'rsatadi. Tutun gazlar va yoqilg'ining yonishi va ohakning sovishi uchun zarur havo qarshiligi kamroq uchastkalarda o'tadi. Natijada pech markazida shixta etarli darajada pishmaydi va yoqilg'ining talaygina qismi unda yonmay qolishi mumkin.

Ohaktoshlar kuydirish uchun saralash vaqtidayoq tegishliicha tayyorlana boshlanadi. Odatda saralash paytida ohaktoshlar maydalanadi. Chunki ohaktosh bo'laklari ko'pincha juda katta, ya'ni 50-60 sm gacha va undan ham katta o'lchamlarda bo'ladi.

Ohaktoshni qanchalik katta-kichik o'lchamda maydalash kerakligi odatda ishlatiladigan pech tipiga bog'liq bo'ladi. Shaxta pechda kuydirilganda ko'ndalangiga 20-40, 40-80 va 80-120 mm keladigan ohaktoshlar alohida-alohida pishadi. 80-120 mm bo'laklar faqatgina shu vaqtgacha ishlatib kelinayotgan pechlarda kuydiriladi. Chunki ohaktosh bo'laklari katta bo'lgani uchun ularni uzoq vaqt kuydirishga to'g'ri keladi. Yangi pechlar qurayotganda esa 20-40 va 40-80 mmo'lchamdagi

ohaktoshlardan foydalanish zarur. Aylanma pechlarda kuydirilayotganda 5-20 va 20-40 mmo'lchamlardagi ohaktoshlar ishlatiladi.

Maydalash jarayoni yopiq yoki ochiq sikl bo'yicha olib borilishi mumkin. Ochiq sikl bo'yicha ishlatilayotganda, material maydalagich apparatidan faqat bir marta o'tkaziladi. Yopiq sikl bo'yicha ishlayotganda esa yirik bo'laklar yana qaytadan maydalanadi. Ochiq sikl bo'yicha ishlayotganda maydalangan mahsulot har xil, ya'ni chang-kukundan tortib maydalagich chiqish teshigining eni baravari keladigan o'lchamdagi parchalardan iborat bo'ladi. Bunday mahsulotdagi tovar fraksiya unchalik ko'p bo'lmaydi, odatda 50% dan kamrog'ini tashkil etadi, qolgan qismi esa chiqindiga chiqib ketadigan mayda-chuydalardan iborat bo'ladi. Maydalashning yopiq sikli nisbatan ko'proq 60-70% tovarli fraksiya olishga imkon beradi. Shuning uchun ham bir xil fraksiya kattalikdaga mahsulot olish uchun maydalashning ana shu usuli qo'llanadi.

Maydalash-saralash ustanovkasi quyidagicha ishlaydi. Kondan tashib keltirilgan ohaktosh qabul qiluvchi bunkerga solinadi, u erdan plastinka ta'minlagich yordamida bir tekisda panjara to'rga uzatib turiladi. To'r panjaralari orasidan o'tmagan yirik bo'laklar maydalagichga, maydalari esa saralagich sim g'alvirga yuboriladi. Maydalagichda maydalangan mahsulot ham ana shu sim g'alvirga tushadi. Saralagich sim g'alvir odatda bir necha elakdan iborat bo'ladi. Elaklarning soni bo'lak-parcha o'lchamlari soniga bog'liq. Yuqorigi elakdan o'tmagan yirik ohaktosh bo'laklari yana maydalashga yuboriladi, har qaysi elakdan ushlanib qolgan mayda bulaklari esa saralagich sim g'alvir ostiga o'rnatilgan bunkerning tegishli bo'limlariga to'kiladi.

Ohaktosh bo'laklarining o'lchamlari va fraksiyaning talab qilinayotgan yirikligiga qarab bir yoki ikki pog'onali maydalash sxemasi qo'llaniladi. Bir pog'onali sxema bo'yicha maydalayotganda material bitta maydalagichda maydalanadi. Ikki pog'onalida esa material ketma-ketiga ikki maydalagichdan o'tadi: birinchisining chiqish teshigi katta, ikkinchisining kichik bo'ladi. Maydalangan mahsulot shu orada yana bir bor saralanishi ham mumkin.

Qanday tipdagi maydalash apparatini tanlash xom ashyo turiga bog'liq. Misol uchun, zich ohaktoshlar jag'li maydalagichlarda maydalanadi. Bo'sh karbonat jinslar, asosan bo'rni maydalashda bu maydalagichlarni ishlatib bo'lmaydi. Chunki maydalagichlarga yopishib qolishi mumkin. Shuning uchun tishli valsar ishlatiladi.

Zich ohaktoshlar SM11 A va SM-16 A markali maydalagichlarda yaxshi maydalanadi (10-jadval).

10-jadval.

Jag'li maydalagichlarning texnik ta'rif-tavsifi

Ko'rsatgichlarning nomi	Maydalagich turi	
	SM-11 A	SM-16 A
Solish teshigining o'lchami, mm	400X600	600X900
Solinayotgan material bo'laklarining ruxsat etiladigan eng katta o'lchamlari, mm.....	350	500
Chiqish teshigining eni, mm.....	60 gacha	150 gacha
Ishlab chiqish unumi, m ³ /soat.....	12-15	70
Elektrodvigatelning belgilangan quvvati, kvт...	23,5	80

Maydalangan mahsulotda o'lchami har xil donalardan taxminan qancha bo'lishini (maydalagich chiqish teshigining eniga qarab) 10-jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan bilish mumkin.

Ko'rinib turibdiki, chiqish teshigi tovar fraksiyasining eng katta o'lchamidan kattaroq maydalagich ishlatish hamda yopiq sxema bo'yicha maydalash maqsadga muvofiqdir. Bu holda mayda-chuyda chiqindi kam bo'ladi. Misol uchun 40-80 mm o'lchamlarda maydalash uchun chiqish teshigi 60 mm maydalagich ishlatish kerak bo'lsa, unda maydalangan mahsulotda 48% tovar fraksiya, chiqish teshigi 100 mm bo'lsa, taxminan $46+24 \cdot 0,46=57\%$ tovar fraksiya hosil bo'ladi. Chunki 80 mm dan yirik bo'laklarni ikkinchi marta maydalash 9% ga yaqin tovar mahsulot beradi.

Maydalangan ohaktoshni elash uchun har xil saralagich sim g'alvir, shu jumladan uch elakli eksentrik saralagich ishlatiladi (11-jadval).

Jagʻli maydalagichda maydalangan mahsulotning dona tarkibi

Donalarning oʻlchami, mm	Donalarning protsent hisobidagi miqdori (maydalagich chiqish teshigining eni kuyidagicha boʻlganida, mm)	
	60	100
0-5	5	3
5-20	17	11
20-40	30	16
40-80	48	46
80-120	-	24

Elak teshiklarning oʻlchamlari ohaktosh donalari kandy yiriklikda boʻlishi kerakligiga qarab tanlanadi. Tanlanayotganda shuni nazarda tutish kerakki, elak teshiklarining oʻlchami kichraysa, saralagich sim gʻalvirning unumi ham keskin kamayadi. Elaklarni almashtirayotganda saralagich sim gʻalvir talab qilgan darajada unumli ishlatiladigan boʻlishiga qarab tegishli hisoblab tekshirilishi lozim.

Ohaktoshlarni elash uchun ishlatiladigan saralagich sim gʻalvirning texnik
taʼrifi-tavsifi

Koʻrsatgichlar nomi	Sarialagich turi	
	SM-96	SM-61
Elak oʻlchamlari, mm	750X2000	1230X3050
Elaklar soni, dona	3	3
Elak teshiklarining oʻlchamlari, mm	60X60	32X32
Ishlab chiqarish unumi, m ³ /soat	13-16	60
Elektrodvigatel quvvati, kVt	3,2	7,8

Ohaktosh sifati belgilariga qarab saralanadi. Tarkibida koʻp gil yoki qum aralashma boʻlgan ohaktoshlarni ajratib tashlash kerak, aks holda kuydirish temperaturasida bunday ohaktosh qisman erib yumshaydi va katta boʻlak-boʻlak

bo'lib qotib qoladi yoki pech qoplamaga yopishib, shixtaning osilib qolishiga sababchi bo'ladi.

Ohaktoshlarni konning o'zida maydalab, elab, saralab olgan ma'qul. Shunda uni tashish arzonga tushadi, ohaktosh chiqindilarini to'kish joylari osongina topiladi.

Pech tinimsiz ishlashi uchun pech sexdagi sarflash bunkerlarida pechning butun bir yoki ikki smena davomida (maydalagich-saralagich, uskunaning ishlash rejimiga qarab) to'xtovsiz ishlab turishi uchun etarli miqdorda mayda ohak zaxirasi saqlanadi. Zavod xom ashyo bazasi yaqinida bo'lsa, omborda, uch kunlik xom ashyo zaxirasi turishi kerak. Zavod tashib keltiriladigan xom ashyo hisobiga ishlasa bir oylik ohaktosh zaxira saqlanadigan ombor quriladi.

Omborlarga yuklash-tashish ishlarini qo'lda bajarish o'rniga mexanizmlar vositasida bajarish imkonini beradigan tuzilmalar o'rnatiladi.

2. Ohaktoshni kuydirish

Ohaktoshni kuydirayotganda sodir bo'ladigan jarayonlar. Ohaktoshga yuksak temperatura ta'sir qilganida kalsiy karbonat quyidagi formula bo'yicha parchalanadi:

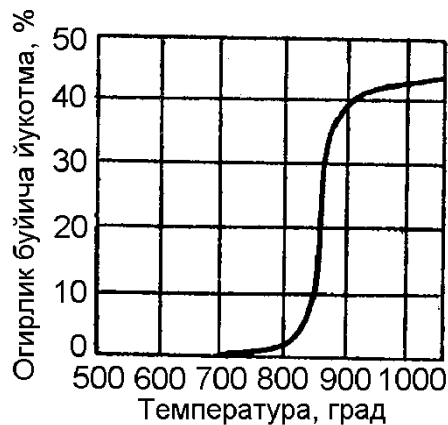


Magniy karbonati ham shu tariqa parchalanadi (II bobga qarang).

Keltirilgan tenglama shuni ko'rsatadiki, 1 gramm-molekula kalsiy karbonat parchalanishi uchun 42,52 kkal issiqlik, 1 kg CaCO_3 parchalanishi uchun esa $\frac{42,52 \cdot 1000}{100} = 425,2$ kkal issiqlik sarf qilinadi, bu erda 100- CaCO_3 ning g hisobidagi molekulyar og'irligi.

Kalsiy karbonatning parchalanishi (dissotsiatsiyalanishi) nazariy jihatidan 600°C da boshlanadi, biroq 850°C gacha nihoyatda sust o'tadi. Temperatura yanada ortishi bilan parchalanish jarayoni keskin tezlashadi (bu 6-rasmdan yaqqol ko'rinib turibdi); temperatura 850 dan 900°C gacha ko'tarilganida CaCO_3 amalda to'la parchalanib bo'ladi. Bu ma'lumotlar laboratoriyada o'tkazilgan tadqiqotlar uchun xarakterli. Amalda esa kuydirish temperaturasi birmuncha yuqori 100-1100°C gacha olinadi (kuydirish jarayonini tezlashtirish maqsadida). CaCO_3 ning parchalanish

reaksiyasi qaytar reaksiyadir. Reaksiya CaO dan hosil bo'lgan mahsulotlar CO_2 bilan ta'sir etishib, yana CaCO_3 ga aylanishi mumkin. Kalsiy oksidi tez hosil bo'lishi uchun dissotsiatsiyaning gazsimon mahsulotlarini darhol chiqarib tashlash kerak. Buning uchun, oldin eslatib o'tganimizdek, pechga tortuvchi mo'ri quriladi.

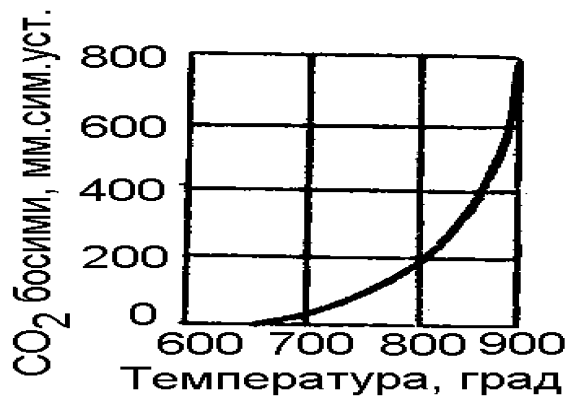


6-Rasm. Kalsiy karbonat dissotsiatsiyaning tezligi

Kalsiy karbonatning parchalanishidan hosil bo'lgan karbonat anhidrid gazining dissotsiatsiylanish tarangligi (parsial bosimi) temperatura oshishi bilan keskin kuchayadi va 900°C da atmosfera bosimidan ortadi (6-rasm).

Demak, tez kuydirishning asosiy sharti yuksak temperatura hosil qilish va kuydirilayotgan material massasidan CO_2 gazining intensiv ajralib chiqishi (ya'ni pechda havoning ancha siyraklanishi) ni ta'minlashdan iborat.

Kuydirilayotganda ohaktosh muhim o'zgarishlarga uchraydi: karbonat anhidrid ajralib chiqishi natijasida og'irligi kamayadi; kimyoviy sof kalsiy karbonatda 56% CaO va 44% CO_2 bo'ladi, u esa kuydirish davomida ajralib chiqadi. Og'irligining kamayishi kuydirilayotgan material tashqi o'lchamlarining kichrayishiga olib kelmaydi. Normal kuydirilgan ohaktosh bo'lagi hajman ko'pi bilan 20% kichrayadi. Og'irligining kamayishi hajman kamayishiga to'g'ri kelmasligi shuni ko'rsatadiki, kuydirilagandan keyin kesak ohak g'ovak material bo'lib qoladi. Karter oxaktoshning parchalanishini quyidagi sxema shaklida keltirgan (7-rasm).



7-Rasm. CO₂ ning kalsiy karbonat ustidagi parsial bosimi

Ohakning g'ovakligi uni so'ndirish jarayoniga yaxshi ta'sir qiladi: donalarning ichki qatlamlariga suv bimalol kirib boradi. Shuning uchun ham iloji boricha g'ovak ohak olishga, ya'ni kuydirilayotganda karbonat angidrid batamom ajralib chiqadigan bo'lishiga intilish kerak.

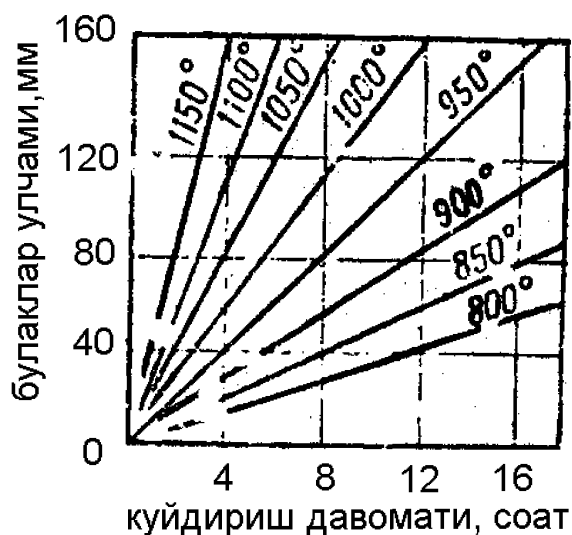
Qanchalik g'ovak bo'lishi kuydirish temperaturasiga ham bog'liqdir. Temperatura ko'tarilishi bilan kuydirilgan materialning bir qismi zichlanadi; kavaklari torayadi, natijada ohakni so'ndirish sharoitlari yomonlashadi. «O'ta kuygan» deb ataluvchi bunday ohak juda sust so'nadi. Bunday tashqari, qotib qolgan qurilish qorishmasida ham so'nish jarayoni ro'y berishi mumkin. Bu esa mexanik zo'riqlarning paydo bo'lishiga va ayrim hollarda materialning buzilishiga olib kelishi mumkin. Demak, kalsiy karbonatning batamom parchalanishini ta'minlaydigan minimal temperaturada kuydirilgan ohak eng yaxshi mahsulot hisoblanadi.

Kuydirish temperaturasi ohaktoshda gil aralashmalari va magniy karbonat bor-yo'qligiga qarab tanlanadi. Ohak ko'pincha gil aralashmalar tarkibida bo'ladigan nordon oksidlar SiO₂, Al₂O₃ va Fe₂O₃ bilan reaksiyaga kirishganda kalsiy silikati, alyuminati va ferriti tipidagi murakkab birikmalar hosil bo'ladi. Bu birikmalar so'nmaydi va so'ndirilgan ohakni tayyorlash vaqtida yirik donalar ko'rinishida uchraydigan chikindi hisoblanadi. Ohaktosh tarkibida gil aralashma juda ko'p bo'lganda va ular ohaktoshda tekis joylashmagan hollarda ham ohaktosh o'ta kuyishi mumkin. CaO bilan kislota oksidlari o'rtasidagi reaksiya tezligi esa temperatura

ko‘tarilishi bilan ortadi. Shuning uchun ham gil aralashmalari ko‘p bo‘lgan ohaktosh sof ohaktoshga qaraganda ancha past temperaturada kuydirilishi kerak. 900-1000°C xuddi ana shunday temperaturadir.

Magniy karbonat borligi ham kuydirish temperaturasini tanlashga ta’sir qiladi. Chunki temperatura 600-700°C dan ortishi tufayli hosil bo‘lgan magneziya o‘zining bog‘lovchilik xossalari va so‘nuvchanlik qobiliyatini yo‘qota boradi. Shu sababli tarkibida ko‘p miqdorda magniy karbonat bo‘lgan ohaktoshlarni iloji boricha past temperaturada kuydirish kerak bo‘ladi.

Kuydirish muddatining o‘zi ko‘p jihatdan kuydirilayotgan mahsulot bo‘laklarining o‘lchamiga bog‘liq. Bu bog‘liqlik (7-rasm) minimal o‘lchamdagi bo‘laklar ishlatish qulayligini ko‘rsatadi. Shunda kuydirish tezligi va pechning ishlab chiqarish unumi ancha oshadi. Chunki mayda bo‘laklar butun qalinligi baravar CaCO_3 ning dissotsiatsiyalanish temperaturasigacha tez qiziydi. Yirik bo‘lakni qizdirish uchun ko‘p vaqt talab qilinadi. Chunki bu vaqtda markaziy qismni bevosita yuksak temperatura ta’siriga uchrayotgan chekka qismidan ajratib turgan material qatlami qalinlashadi.



8-Rasm. Ohaktoshni ko‘ydirish muddatining harorat va bo‘laklari o‘lchamiga bog‘liqligi.

Yirik bo‘laklar ishlatish yana shuning uchun maqsadga muvofiq emaski, bunday hollarda material o‘ta yoki chala pishishi mumkin. Kuydirish jarayonini

tezlashtirish uchun temperaturani ko'tarishga to'g'ri keladi. Natijada tashqi qavatlar o'ta kuyadi, ichki qismlarida esa kalsiy karbonat to'la dissotsiatsiyanmay qoladi.-chala kuyadi, ya'ni ballast bo'ladi. Bunday ohak past sifatli bo'ladi: sekin so'nadi, tarkibida so'nmagan donalar ko'p bo'ladi.

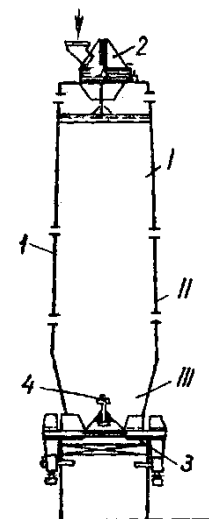
Ohak kuydirish pechlari. Ohaktoshlarni har xil sistemadagi pechlarda, ya'ni xumdon, halqasimon, shaxta va aylanma pechlarda kuydirish mumkin. Hozirgi vaqtda ohaktoshlarni muallaq holatda yoki qaynoq qatlam holida kuydirish agregatlarini sanoat miqyosida o'zlashtirish sohasida ish olib borilmoqda.

Xumdon va halqasimon pechlar kam unumli, sermehnat va yoqilgi ko'p sarf bo'ladigan pechlardir. Shuning uchun ham bunday pechlardan ishlab chiqarish hajmi kichik zavodlardagina foydalaniladi. Bunday pechlarda, yirikligi 300 mm gacha ohaktosh bo'laklari ishlatiladi, material solish va uni olish ishlarini mexanizatsiyalashtirib bo'lmaydi. Mana shularning hammasi bu pechlarning ishlatilish sifatiga yomon ta'sir qiladi. Yangi qurilayotgan zavodlarda bunday pechlar ishlatilmaydi.

Shaxta pechlar. Shaxta pechning (9- rasm) ishlash sxemasi qo'yidagilardan iborat. Xom ashyo materiallar solish mexanizmi 2 yordamida pech 1 shaxtasiga bir xil miqdorda ketma-ket yoki vaqti-vaqti bilan solib turiladi. Pishgan materiallar shaxta ostidan maxsus bo'shatish mexanizmi 3 bilan ketma-ket bo'shatib olinib beradi. Material shaxta ostidan taroq 4 orqali keladigan havo bilan sovitiladi. Kuydiriladigan material shaxtada yuqoridan pastga, havo harakatiga qarama-qarshi yo'nalishda tinimsiz suratda surilib turadi:

Avvalo qizitish zonasi I ga o'tadi, bu erda kuydirish zonasidan kelayotgan qizigan gazlar ta'sirida quriydi, kuydirish temperaturasiga qadar qiziydi va undagi organik aralashmalar kuyib ketadi;

Kuydirish zonasi II ga keladi; bu erda kalsiy karbonat dissotsiatsiylanadi va dissotsiatsiya mahsulotlari chiqarib tashlanadi; sovutish zonasi III ga o'tadi; bu erda kuydirganda qizib ketgan material pechga yuborilayotgan sovuqhavoda soviydi.



9-Rasm. Shaxtali pechning sxemasi

I- isitish zonasi, II- kuydirish zonasi, III-sovutish zonasi. 1-korpus, 2-ta'minlash qismi, bo'shatish qismi, 4- gorelka

Issiq gazlar va materialning qarama-qarshi yo'nalishda harakat qilishi chiqindi gazlar issig'idan hozirgina solingan xom ashyoni issitish uchun, kuydirilgan material issig'idan esa kuydirish zonasiga kelayotgan havoni issitish uchun foydalanishga imkon beradi. Shuning uchun ham shaxta pechlarda mahsulotni kuydirishga kam yoqilgi sarflanadi.

Materialning pechning kuydirish kanali uzra surilishi uchun ham juda oz energiya sarflanadi (material o'z og'irligi ta'sirida surila boradi), pechga material solish va uni olish ishlarini to'la mexanizatsiyalashga imkon tug'iladi. Mana shularning hammasi shaxta pechlar qimmatini oshiradi.

Pechdagi gazsimon mahsulotlarni chiqarib yuborish va havo hamda gaz shaxtada bimalol harakat qila olishi uchun zarur siyraklanish (dam) tutun tortgich yordamida hosil qilinadi. Siyraklanish darajasi material dona tarkibiga va bo'laklarining qanchalik yirikligiga bog'liq. Bo'laklari mayda yoki yirik bo'laklar bilan birga maydasi ham bo'lgani taqdirda siyraklanish darajasi ortadi. Siyraklanish darajasi odatda 60-200 mm suv ustuni chamasi bo'ladi.

Pechga havo siyraklangani sababli tashqaridan havo soʻrilishi hisobiga yoki shaxtaning ostki qismiga oʻrnatiladigan havo ventilyatori yordamida sunʼiy yoʻl bilan uzatilishi mumkin. Havo 300-600 mm suv ustunigacha bosim ostida uzatiladi. Sunʼiy dam berayotganda gazlarning harakat tezligi oshadi, gazlar bilan kuydirilayotgan material oʻrtasidagi issiq almashuvi yaxshilanadi, natijada pech unumi oshadi.

Havo shaxtaning ostidan, bevosita olish tuzilmasi tagiga yuboriladi.

2-§ Soʻndirilgan ohak

1. Ohakni soʻndirish jarayonlari

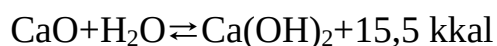
Ohakni soʻndirishdan maqsad tuyilgan ohak olishdir. Mayda ohakning yarim fabrikat mahsulot hisoblanadigan kesak qaynama-ohakdan farqi shuki, u bogʻlovchi sifatida ishlatilishi mumkin.

Qaynama-ohak suv taʼsir qilganda oʻz-oʻzidan parchalanib, kukunga aylanadi.

Nihoyatda mayda mahsulot olish uchun juda oz energiya sarf qilinishi va soʻndirish ustanovkasi oddiy boʻlgani uchun ohak maydalashning bir necha ming yillardan beri maʼlum boʻlgan bu usuli keng qoʻllanib kelinmoqda.

Qancha suv quyilganiga karab, ohakni juda mayda quruq kukun va ohak xamir holatida soʻndirish usullari bor. Har ikkala holda ham ana shu nomdagi mahsulot olinadi.

Ohakni soʻndirish jarayoni quyidagi sxema boʻyicha oʻtadigan kimyoviy reaksiya bilan sodir boʻladi:



Oʻngdan chapga yoʻnalgan strelka reaksiya qaytar reaksiya ekanligini koʻrsatadi, yaʼni tegishli sharoitlarda avvaliga hosil boʻlgan kalsiy oksidi gidrati Ca(OH)_2 ning kalsiy oksidi (CaO) va suv (H_2O) ga parchalanishi mumkin. Ohakni soʻndirayotganda juda koʻp, yaʼni 1 gramm-molekula ohakka 15,5 kkal yoki 1 kg dan 277 kkal issiq ajraladi. Soʻndirilayotgan mahsulot temperaturasi shu qadar koʻtarilib ketishi natijasida Ca(OH)_2 degidratatsiyalanishi mumkin. Lekin 547°C

temperaturada, ya'ni suv bug'larining $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ustidagi parsial bosimi atmosfera bosim bilan tenglashganidagina batamom degidratatsiyalanadi. Degidratatsiya ancha past, qariyb 300°C temperaturada ham qisman sezilarli bo'lishi mumkin.

Muhit etarli darajada ancha nam bo'lsa va yuksak temperatura ko'tarilishiga yo'l qo'yilmasa, jarayon talab qilingan yo'nalishda o'tadi va qaytar reaksiya bo'lmaydi. Ohakni so'ndirayotganda ana shu hisobga olinadi.

Kesak ohak so'ndirish vaqtida hosil bo'ladigan suv bug'larining dispergirlash, ya'ni parchalab bo'lib yuborish ta'siri natijasida zarrachalarining o'rtacha o'lchami 0,01 mm dan oshmaydigan nihoyatda mayda poroshok-kukunga aylanadi. Ohak zarrachalarining ich-ichiga kirib ketgan nam CaO bilan o'zaro kimyoviy ta'sir etishadi va shu vaqtda ajralib chiqqan issiqlik suvni bug'ga aylantiradi. Bug'hajmi suyuq faza hajmiga qaraganda keskin kengayishi natijasida ohak zarrachalarida ichki cho'zuvchi zo'riqlashlar paydo bo'ladi va ohak maydalanadi. Natijada so'ndirish mahsuloti (kukun ohak) yanada g'ovaklashadi va uning tashqi hajmi so'ndirilmagan ohak hajmiga nisbatan kengayadi. Hajmining taxminan 2-3,5 baravar kengayishi ohak sifatiga bog'liq bo'ladi (1-sort oz magnezialli ohak hajmi hammadan ko'p kengayadi).

Ohakni kukun ohak, ya'ni po'k mayda zarrachali quruq kukun holigacha so'ndirayotganda nazariy jihatdan hisoblaganda so'ndirilmagan ohak og'irligining 32,1% cha suv talab qilinadi. Biroq, suv juda ko'p bug'lanishini hisobga olib, uning miqdori ohak tarkibidagi kalsiy oksid miqdoriga qarab 2-2,5 baravar ko'paytiriladi, ya'ni o'rtacha hisobda qaynama-ohak og'irligining 60-75% gacha suv qo'shiladi. Tarkibida kalsiy oksidi ko'p bo'lgan ohaklarga magnezial yo dolomit ohaklarga nisbatan ko'p suv talab qilinadi.

Ortiqcha suv ohakni so'ndirayotganda ajralib chiqqan issiq ta'siridan bug'lanib ketadi. Natijada so'ndirilgan mahsulot quruq kukundan iborat bo'lib qoladi

Ohakni ohak xamiri holatiga qadar so'ndirish uchun kukun ohak holigacha so'ndirayotgandagiga qaraganda ancha ko'p suv solinadi. Bu holda ham suv miqdori ohak tarkibida CaO va magniy oksidi bilan gil aralashmalardan qancha borligiga

bog'liq. Ammo o'rtacha hisobda 1 og'irlik qism qaynamaga 2-3 og'irlik qism suv sarflanadi.

Ohakni so'ndirish tezligi va natijalari esa uning kimyoviy tarkibi, kuydirish temperaturasi va rejimiga, ohak qancha saqlangani va so'ndirish uchun qancha suv solinganiga bog'liq bo'ladi.

Havoda qotadigan ohakning asosiy qismini kalsiy oksidi tashkil qiladi. Biroq, yuqorida aytib o'tilgandek, ohakda CaO dan tashqari ozmi-ko'pmi magniy oksidi va gil aralashmalar bo'ladi. Ularning bir qismi CaO bilan kimyoviy birikma tarzida birikishi mumkin, qolgan qismi esa erkin holda qoladi. MgO va gil aralashmalar borligi sababli so'nish jarayoni sustlashadi va so'ndirilgan ohak sifati yomonlashadi. Ulardan qancha borligiga qarab, kuchli ekzotermiyaga ega bo'lgan, tez so'nadigan va plastik, mayda dispers (ushlab ko'rganda yog'li) xamir hosil qiladigan ohak yoki so'ndirganda kam issiq chiqaradigan, sust so'nadigan va so'nish mahsulotida parchalanmagan yirik zarrachalar ko'p uchraydigan shirasiz ohak hosil qilinishi mumkin. Shuni nazarda tutish kerakki, qurilishbop qorishmalar tayyorlayotganda shirali ohakdan shirasiziga qaraganda kam talab qilinadi.

Magniy oksidi 5% dan ortiq bo'lsa, ohak sezilarli darajada shirasizlanib qoladi. 3-4% dan ortiq gil aralashma bo'lsa ohak odatda ancha shirasizlanadi. Ohak magniy oksidi tufayli shirasizlanishiga sabab shuki, MgO sekin so'nadigan modda, kuydirish temperaturasi oshishi bilan uning so'nish jarayoni yanada sekinlashadi.

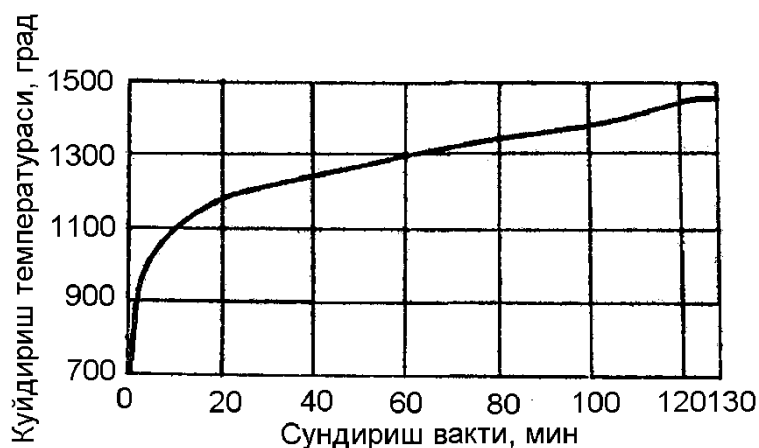
Bug' bosim ortishi bilan magniy oksidining so'nish jarayoni keskin kuchayishi aniqlangan. Shu tariqa, so'ndirishning avtoklav (14 ati gacha bug' bosimida) usuli paydo bo'ldi. Bu usul MgO dan ancha bo'lgani taqdirda ham nihoyatda sifatli mahsulot olishga imkon beradi.

Ohakning so'nish tezligi suv temperaturasiga ham bog'liq. Chunki sovuq suv ishlatganda issiqning anchagina qismi ohak bo'laklarini maydalab yuboradigan bug'ning hosil bo'lishi uchun emas, balki suvni issitishga sarf bo'ladi. Bug' hosil bo'lish jarayoni sekinlashsa, hosil bo'lgan kalsiy gidrat oksidining ohakning gidratlanmagan zarrachalari yuzasida qatlamlanib qolishiga sababchi bo'ladi. Shunda

suvning yangi zarrachalar yuzasiga o'tishi qiyinlashadi. Natijada so'ndirish jarayoni sekinlashadi. Ohak aralashtirib turilganda, bu jarayon unchalik kuchli bo'lmaydi, chunki bu holda Ca(OH)_2 pardasi buziladi va suv yangi zarrachalarga bemalol o'tib kela beradi.

Amalda so'ndirish jarayoni tezlatish uchun 40-50°C gacha issitilgan suv ishlatiladi va ohak yaxshilab aralashtirib turiladi. Suvga ba'zi xlorli tuzlar, ya'ni CaCl_2 , NaCl solinganda ham so'nish jarayoni sezilarli darajada tezlashadi. Chunki tuzlar ta'sirida ohak ancha eruvchan bo'lib qoladi. Sulfat kislota yoki uning tuzlari qo'shilsa, so'nish jarayoni sekinlashadi: ohak bilan reaksiyaga kirishib, qiyin eruvchan kalsiy sulfatini hosil qiladi. Ohak zarrachalari ustida kalsiy sulfatining paydo bo'lishi suvning zarracha ichiga kirishiga to'sqinlik qiladi.

10-rasmda ko'rinib turibdiki, kuydirish temperaturasi qanchalik yuqori bo'lsa, ohak shunchalik sekin so'nadi. Sababi shuki, kuydirish temperaturasini oshirganda kuydirilgan ohaktosh ancha zichlashib, g'ovakligi kamayadi, g'ovaklari torayadi: bunday sharoitlarda suv yaxshi o'ta olmaydi va so'nish jarayoni sekinlashadi.



10-Rasm. Ohak so'ndirish muddatining ohaktoshni kuydirish temperaturasiga bog'liqligi.

Ohak uzoq vaqt saqlanganida uning so'nuvchanligi sustlashadi. Chunki ohak havodagi nam va karbonat angidridni o'ziga tortib oladi, zarrachalari yuzasida suvning o'tishiga to'sqinlik qiladigan va uncha-munchaga erimaydigan kalsiy

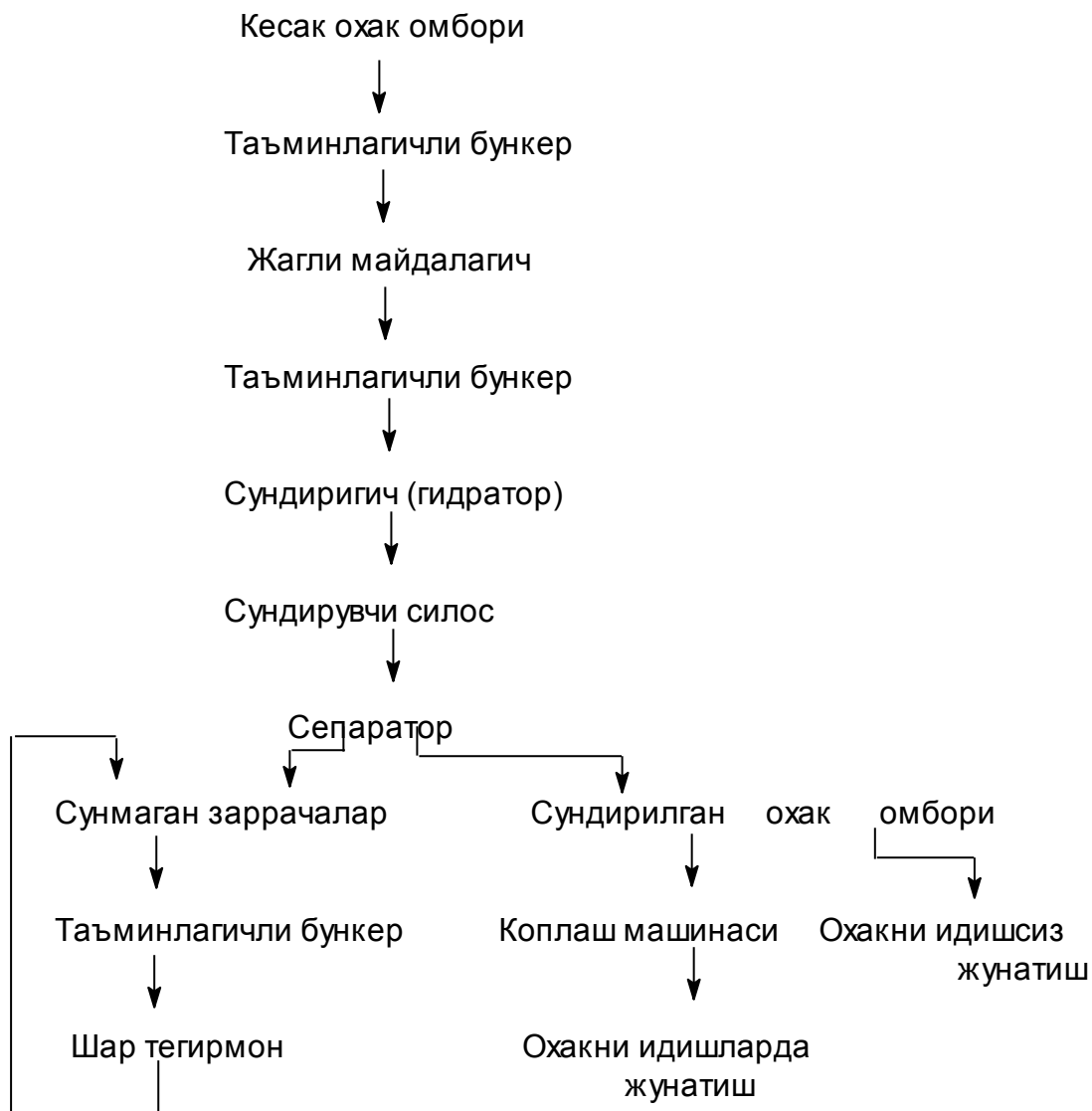
karbonat hosil bo‘ladi. Hozirgina kuydirilgan ohak juda tez so‘nadi va undan boshqa bir xil sharoitlarda ancha shirali ohak xamiri hosil bo‘ladi.

So‘ndirish uchun qancha suv olingani so‘nish jarayoni tezligiga va so‘ndirilgan ohak sifatiga katta ta’sir qiladi. Suv keragidan ko‘p bo‘lsa (xamir holatigacha so‘ndirishda) suvi kam vaqtdagi (kukun ohak holigacha so‘ndirish)ga qaraganda hiylagina dispers ohak hosil bo‘ladi. Suv etishmasligi natijasida ohak «kuyishi», ya’ni hozirgina kuydirilgan zarrachalar yuzasida qalin Ca(OH)_2 pardasi hosil bo‘lishi mumkin. Pardadagi suv unga tegib turgan kalsiy oksidi qatlamlarinig gidratatsiyalanishiga sarf bo‘lib, parda yanada qalinlashadi.

Ohak zarrachalarining mayda-yirikligi ham sezilarli darajada ta’sir qiladi: qanchalik mayda bo‘lsa, Ca(OH)_2 zarrachalari shunchalik tez va to‘la hosil qiladi. Shuning uchun ham kesak ohak avvaliga 5-10 mm o‘lchamda maydalaniladi. Misol uchun, silikat avtoklav buyumlar ishlab chiqarayotganda maydalab, kukunsimon holatida so‘ndiriladi.

3-§ Gidrat-kukun ohak.

Qo'yida zavodda kukun-ohak tayyorlash texnologik sxemasi keltiriladi:



11-Rasm. Oz-ozdan, ya'ni odatda qurilish maydonlari sharoitida ishlatilayotganda, ohak qo'lda so'ndiriladi. Bu holda qaynama 20 sm gacha qalinlikda yoyiladi va har qaysi yoymasiga suv sepiladi. 1-1,5 m balandlikdagi ohak uyumiga kamida 10 mmqalinlikda qum sepiladi (suv bug'lanmasligi uchun) va mayin kukun hosil bo'lgunicha shu holda qoldiriladi. So'nmagan zarrachalarni ajratib tashlash uchun kukun ishlatishdan oldin elanadi. So'nmagan zarrachalar ikkinchi marta, uzoqroq so'ndirib ko'riladi yoki chiqindiga tashlanadi.

Qo'lda so'ndirganda undan sifati past ohak chiqadi, chiqindi ko'p bo'ladi. Shuning uchun ham qurilish buyumlari ishlab chiqarish uchun zarur ohak mexanizatsiyalashgan usulda so'ndiriladi.

Ombordan kesak qaynama-ohak maydalash uchun yuboriladi va 5-10 mm o'lchamda maydalanadi. Qanchalik maydalanishi ohak tarkibidagi MgO miqdordagi bog'liq. Magnezial va dolomit ohak 3-5 mm o'lchamda maydalaniladi.

Zich ohaktoshlarni kuydirish natijasida hosil bo'lgan ohak jag'li maydalagichlarda, nisbatan bo'sh ohak valli maydalagichlarda maydalanadi. Bolg'achali maydalagichlar ishlatsa ham bo'ladi.

Maydalangan mahsulotlar vaqti-vaqti bilan yoki uzluksiz ishlaydigan gidratorlarga yuboriladi: birinchisiga ma'lum miqdorda ohak solinib, so'ndirilgan ohak ham peshma-pesh olib turiladi.

Vaqti-vaqti bilan ishlaydigan gidratorda ohakni batamom so'ndirib bo'lmaydi. Shuning uchun silosga yuborib, 1-2 sutka ushlab turiladi. Siloslardan ohak ta'minlagich yordamida peshma-pesh olib turiladi. Silosga qancha ohak solinishi zavodning ishlab chiqarish unumiga va ohakni so'ndirish vaqtiga bog'liq. Siloslardan kukun ohak so'nmagan zarrachalarini ajratib tashlash uchun separatorga yuboriladi.

Uzluksiz ishlaydigan parrakli gidratorda oz magnezialli ohak batamom so'nadi, separatsiyagacha silosda tutib turilmaydi. Biroq magnezial va dolomit ohakni bu gidratorda ham batamom so'ndirib bo'lmaydi. Buning uchun bir oz silosda so'ndirish kerak bo'ladi.

Separatoridan mayda kukun tayyor mahsulot omboriga yuboriladi, yirik so'nmagan donalari esa bir yoki ikki kamerali shar tegirmonda mexanik usulda maydalanadi va ikkilamchi bor so'ndirish uchun yana silosga solinadi. Quyida (13-jadval) ayrim separatorlar ishini xarakterlaydigan ma'lumotlar keltirilgan:

So'ndirilgan kukun-ohak iste'molchilarga qog'oz qoplarda yoki idishsiz konteynerlarda, yoki maxsus jihozlangan transportda yuboriladi.

Ohak xamiri. Ohak xamiri tayyorlash uchun ohak qo'lda yoki mexanizatsiyalashgan usulda so'ndirilishi mumkin. Qurilish maydonlarida oz-ozdan

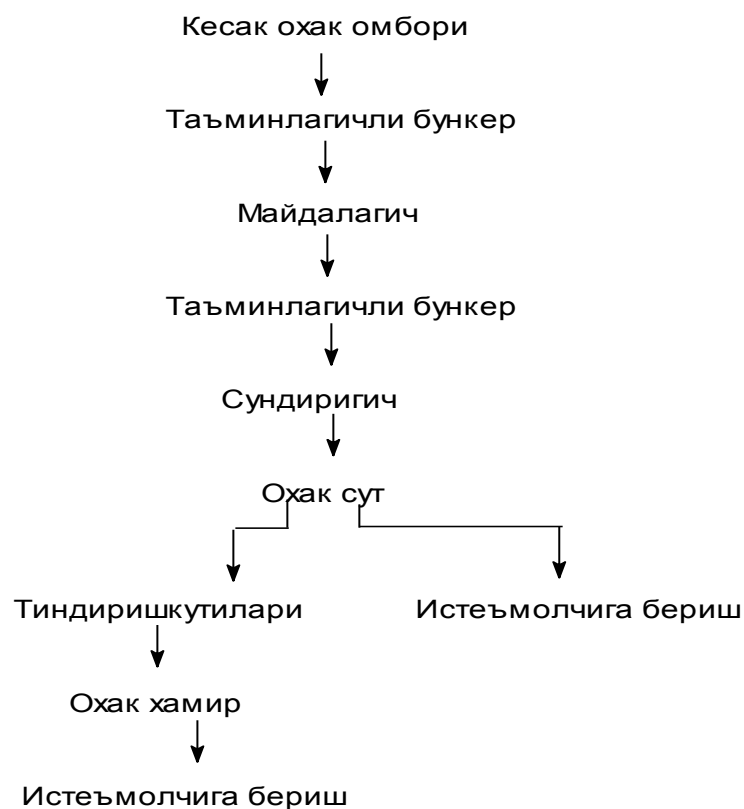
ohak ishlanishi kerak bo'lgan vaqtlarda birinchi usuldan foydalaniladi. Buning uchun ohak qoriladigan qutiga solinadi. Qutida kesak ohak mo'l suv ta'siridan sutga aylanadi. So'ngra tinishi va suvsizlantirish uchun chuqurligi 1,5-2 m qoruvchi o'raga quyiladi. O'ra yog'och taxta yoki boshqa material bilan o'ralgan. Shuning uchun ham suv erga shimaladi.

Qurilishbop qorishma zavodda ishlanadigan hollarda ohak mexanizatsiyalashgan usulda quyidagi texnologik sxema bo'yicha ohak xamirga aylantiriladi:

13-jadval

Havo separatorlarining texnik ta'rif-tavsifi

Ko'rsatkichlar nomi	Separator tipi			
	379	268	2701	2702
G'ilof diametri, mm	1800	2500	2800	3700
Vertikal valning aylanishlar soni				
Elektr dvigatelining zarur quvvati, kVt	375	350	310	240
Ish unumi (mayda tuyilish darajasi 0085 nomerli elakda qolgan qoldiqqa qarab aniqlanadi), m/soat	4	5,3	7,6	11
15-18%				
8-10%	2,5-3	10-12	18-20	32-35
3-5%	2-2,5	8-10	12-15	21-26
1-2%	1,5-2	6-8	10-12	18-21
0-0,5%	0,75-1	3-4	5-6	9-11
	0,4-0,6	1,8-2,4	3-4	5-7

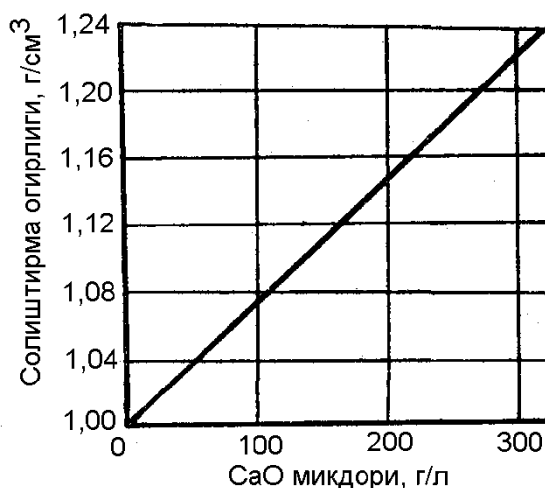


12-Rasm. Sundirilgan oxakning texnologik sxemasi

O'raga solingan ohakning ostki qatlamlarida so'nmagan yirik donalari ko'p bo'ladi. Binobarin, qorishmaga ostki qatlamdagi ohakni solishdan avval so'nmagan donalarni batamom ajratib tashlash kerak. Hozirda ohak ayrim hollardagina qo'lda so'ndiriladi. Oz miqdorda bo'lsa hamki, ohak xamiri mexanizatsiyalashgan zavodlardan markaziy tartibda olib kelinadi.

5-10 mm o'lchamda bir sidra maydalab olingan kesak ohak so'ndirgichga solinadi va sut holigacha so'ndiriladi, so'ngra maxsus qutilarda talabdagidek xamir hosil bo'lganicha suvsizlantiriladi.

Gidrotator ishlayotganda CaO kamaygani yoki ko'payganini bilib borish uchun ohak suti solishtirma og'irligini tekshirib turish kerak (13-rasm).



13-Rasm . Solishtirma og'irligi har xil ohak sutidagi CaO miqdori

Ohak suti xamir holigacha suvsizlantirilishi uchun sig'imi 100 m³ va bundan ortiq filtrli idishlar ishlatiladi. Filtr diametri 50-60 mm li trubadan iborat, trubaning boshidan oxirigacha qum bilan to'lg'azilgan teshikchalari bor. Ortiqcha suv teshikchalaridan idish baravari trubaga qumdan singib oqib tushadi, ohak donalari qumda ushlanib qoladi. Suv yig'gichga tushadi. Filtrdan navbatdagi ohakni so'ndirish uchun foydalaniladi.

Idishlardagi ohak xamiri vibronasoslar bilan bo'shatib olinadi. Ohak xamiri vibratsiya ta'sirida oquvchan massaga aylanadi. Shuning uchun ham uni nasoslar bilan boshka joyga haydash mumkin. Sokin holatida quyuq massaning o'zginasi¹.

So'ndirilgan ohak qorishma zavodlarida xamir va sut holida ishlatilishi mumkin. Sut holida ishlatiladigan ohak suti suvsizlantirilmaydi va to'g'ridan-to'g'ri qorishma qorgichga uzatiladi.

4-§ So'ndirilmagan tuyilgan ohak

So'ndirilmagan tuyilgan ohak ishlatayotganda so'nmagan zarrachalar holidagi chiqindi bo'lmaydi (kustar usulda so'ndirilganda 20% va bundan ortiq so'nmagan zarracha qoladi). Kalsiy silikatlar va alyuminatlari esa mayda tuyilgan holda bo'ladi. Bu hatto ohak sifatini ancha yaxshilaydi va uning suvga chidamliligini oshiradi.

¹Коллоид системаларнинг силкитганда, урганда ёки қимирлатиб турганда сукултирган ва сокин ҳолатида қуюладиган хоссалари тиксотроп хоссалар, системалари эса тиксотроп системалар деб аталади.

Kesak ohak omboridan maydalashga uzatiladi va tegirmonda yaxshi tuyilishi uchun 15-20 mm o'lchamda maydalanadi.

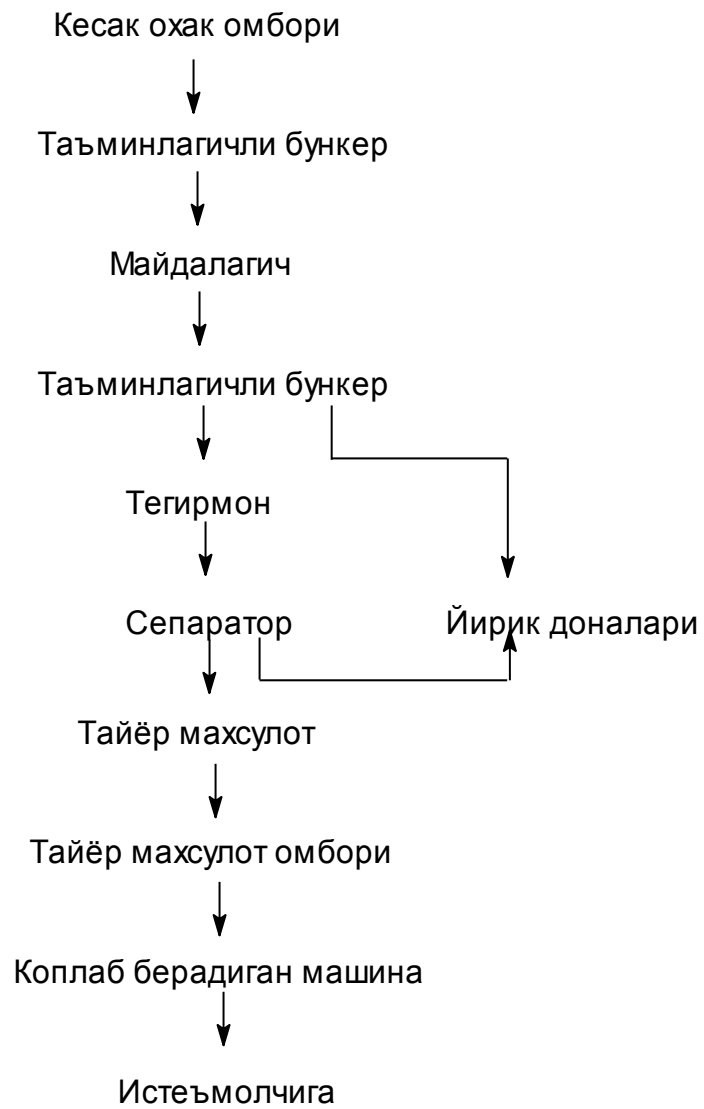
Tuyadigan agregatlar sifatida bir kamerali shar tegirmonlar SM-15 va SM-174 hamda ikki kamerali SM-14 tipidagi tegirmon ishlatiladi. Ayrim hollarda A va V tipidagi aerobil tegirmon ishlatilishi mumkin (14-jadval).

Ohakni nihoyatda mayda (mayin) maydalash uchun vibratsion tegirmonlar ishlatiladi. Kesak ohakda o'ta kuygan donalar juda ko'p (3-5% dan ortiq) bo'lganida, ana shunday maydalanadi. Ohakni vibratsion tegirmonga solishdan oldin ko'pi bilan 2 mmo'lchamgacha shar yoki bolg'achali tegirmonlarda maydalab olinadi.

Yopiq siklda tuyiladi. Maydalangan mahsulot separatorda elanadi. Yirik donalari separatorda qaytadan maydalashga, maydasi esa tayyor mahsulot omboriga yuboriladi. SHuni nazarda tutish kerakki, so'ndirilmagan tuyilgan ohak ishlab chiqarish uchun ko'p, ya'ni 1t ohakka 30-40 kVt-soat va bundan ham ortiq elektr energiya sarflanadi. Holbuki, so'ndirilgan ohak ishlab chiqarish uchun atiga 4-5 kVt-soat elektr energiya talab qilinadi.

So'ndirilmagan tuyilgan ohak iste'molchilarga berk metall konteynerlarda yoki bitumlashtirilgan qog'oz qoplarda jo'natiladi. Chunki tuyilgan qaynama-ohak havodagi nam ta'siridan salga so'na beradi, kesaklashib, hajman kengayib ketadi va idishni yorib yuboradi. Bevaqt gidratatsiyalanishi sababli kuydirilgandan keyin 30 sutkadan ortiq saqlanmasligi kerak. Bitumlashtirilgan qog'oz qoplarda kam magnezialli ohak 10 sutka, dolomit ohak 20 sutkadan ortiq turmasligi zarur.

So‘nmagan tuyilgan ohak quyidagi sxema bo‘yicha ishlanadi:



14-Rasm. So‘nmagan tuyilgan ohakning texnologik sxemasi

Tegirmonlarning texnik ta'rif-tavsifi

Ko'rsatkichlar nomi	Sharli tegirmon			Aerobilli tegirmon	
	SM-15	SM-174	SM-14	A	V
Barabanning ichki diametri, mm	900	1500	1500	-	-
Barabanning ish uzunligi, mm	1800	1500	5700	-	-
Ish unumi (maydaligi 009 nomerli elakda 15% qoldiqqolishiga qarab aniqlanadi) m/soat	0,8	2	5,1	2,3	4,6
Ohak bo'yicha	0,7-1	1,6-2,4	1-6	1,8-2,8	3,6-5,6
Ohaktosh bo'yicha	0,5	1,1	2,8	1,3	2,6
Donador domna shlaki bo'yicha	19,7	55	130	50	90
Elektr dvigatelining quvvati, kVt					

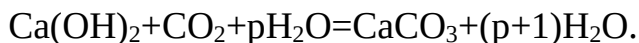
5-§ Havoda qotadigan ohakning qotishi, xossalari va ishlatilishi.

Ohak qotayotganida ro'y beradigan jarayonlar. Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, so'ndirilgan ohak qotayotganida qurilishbop qorishma tarkibiga kiradigan ohak xamirining plastik holatidan qattiq (xamir, toshdek qotadigan) holatga o'tishi juda sekin, shu bilan faqatgina tegishli quriqhavo sharoitlarida ro'y beradi.

Ohak xamiri bir qancha omillar, chunonchi, suvning bug'lanishi va kalsiy gidroksidining kristallanishi natijasida qotadi. Nami qochishi natijasida kalsiy gidroksidining mayda zarrachalari o'zaro yaqinlashadi va qushilib, kristallar hosil

qiladi. Suvi bug‘langan sayin kristallar tobora ko‘paya boradi, o‘zaro chatishib ohak xamiri massasiga sanchilgan mustahkam kristall o‘simtaga aylanadi.

Karbonlashish ham ohak xamirining mustahkamlanishiga yordam beradi: ohak nam bo‘lsa havodagi karbonat angidridni o‘ziga tortadi va quyidagi reaksiya bo‘yicha kalsiy karbonatga aylanadi:



Ohak qorishmalar odatda unchalik chuqur karbonlashmaydi: bir necha oyda ko‘pi bilan 5-7 mm ga boradi. Bunga sabab shuki, ohak xamiri yuzasida hosil bo‘ladigan CaCO_3 pardasi karbonat angidrid gazining kalsiy gidrooksidiga singib borishiga ko‘proq to‘sqinlik qila boshlaydi. Shuni nazarda tutib, xulosa qilish mumkinki, karbonlashish ohak xamiri endigina qota boshlagan davrda qurish jarayoniga qaraganda mustahkamligiga kam ta‘sir ko‘rsatadi. Shuning uchun ham ohak xamiridan ishlangan buyumlarning qotishi uchun qulay ochiq-quruqhavo sharoitlarini yaratib berish (musbat harorat va atrofdagi muhit sal nam bo‘lishi) kerak.

Ohak qorishma yuzasida kalsiy karbonat angidrid pardasi hosil bo‘ladi, asosan buyumlarning suvga chidamliligi yanada oshadi. Kalsiy gidrooksidi suvda nihoyatda yaxshi (1litrdan 1,3 grammgacha) eriydi, holbuki kalsiy karbonat angidridining eruvchanligi bundan 40 baravar kam, ya‘ni 1litrdan suvda ko‘pi bilan 0,03 g eriydi.

So‘ndirilmagan to‘yingan ohak. So‘ndirilgan ohakka nisbatan birmuncha boshqacha tartibda qotadi. Uning kukuni suvda qorilganida nisbatan tez quyushib, tez qotadigan plastik ohak xamiri hosil bo‘ladi. Bu jarayonlar fizik-kimyoviy tabiati bilan gidravlik va gips bog‘lovchi moddalar qotayotganda ro‘y beradigan jarayonlarga o‘xshab ketadi. Akad. A.A. Baykov (Rossiya) ta‘limotiga ko‘ra, bu jarayonlar quyidagi sxema bo‘yicha davom etadi: eriydi-kolloidlanadi-kristallanadi.

Kalsiy oksidiga suv tegishi bilan eriydi va to‘yingan eritma hosil qiladi. Erishti bilan CaO gidratatsiyalanadi ham. To‘yingan CaO eritmasi Ca(OH)_2 ga nisbatan darhol o‘ta to‘yinib qoladi, chunki CaO ga nisbatan Ca(OH)_2 kam eruvchan. Ana

shunday o'ta to'yingan eritmadan odatdagi sharoitlarda CaO ning to'yingan eritmaga mos konsentratsiyasi hosil bo'lgunicha qattiq modda ajralib chiqib boshlaydi.

Kalsiy gidrooksidi to'yingan eritmadan mayda-mayda kolloid zarrachalar ko'rinishida ajralib chiqadi. Bu zarrachalar plastik xossalar tufayli aralashma zarrachalari orasidagi ishqalanishni kamaytirib, ohak xamiri (yoki qorishmabop aralashma) ning nihoyatda plastik bo'lib qolishiga yordam beradi.

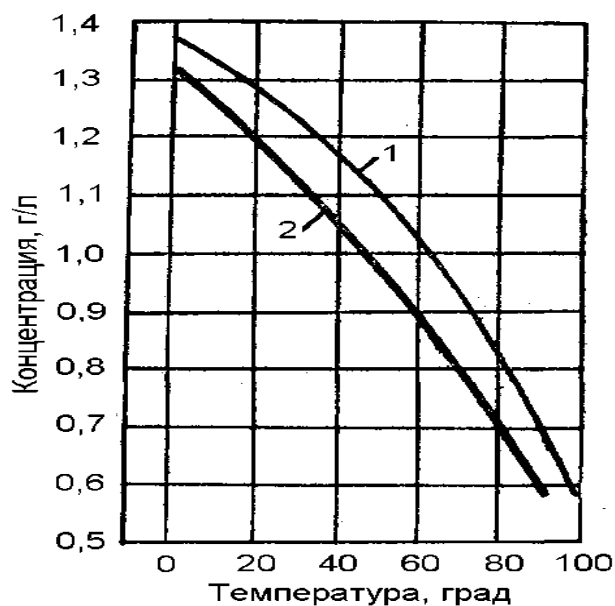
Ohakning gidratlanuvchi yangi zarrachalari suvni shimib olishi va xamir temperaturasining ko'tarilishi natijasida tezda o'ta to'yingan eritma hosil bo'ladi. Temperatura oshishi bilan ohakning eruvchanligi kamayadi (15-rasm). Holbuki, ko'pgina boshqa bog'lovchi moddalarning eruvchanligi, aksincha, ortadi. Ohak xamiri CaO gidratatsiyalanayotganida ajralib chiqadigan issiqhisobiga qiziydi. Gidratatsiyalanayotgan ohak zarrachalari suvni shimishi aralashmaning tezda va tobora ko'proq zichlashishiga yordam beradi. So'ndirilgan ohak qotayotganda shunday bo'lmaydi. Chunki uning xamiri nihoyatda sersuv bo'ladi. Undagi suv esa faqat bug'lanish hisobigina ajralib chiqadi.

Shunday qilib, so'ndirilmagan tuyilgan ohak xossalari tufayli qorishma tezda suvsizlanadi (qotadi).

Keyinchalik so'ndirilmagan tuyilgan ohakning qotish jarayoni so'ndirilgan ohakning qotish jarayonidek davom etib beradi.

Shuni ta'kidlash kerakki, so'ndirilmagan tuyilgan ohakdan foydalanayotganda suv-ohak nisbati, ya'ni ohak yoki qorishma tayyorlash uchun olingan ohak og'irligiga nisbatan protsent hisobida (yoki ulushda) qancha suv quyilishi alohida ahamiyatga egadir. Qancha suv solinishi aniq belgilab olingani taqdiridagina tuyilgan qaynama gidratatsion qotishining ijobiy xossalariidan yaxshi foydalanish mumkin. Ohak xamiri hosil qilish uchun etarligina suv quyilsa, qorishma tez suvsizlanmaydi va mustahkamlanmaydi; zarrachalari orasidagi suv shu qadar kamlik qiladi, zarrachalari kristall o'simtalariga aylangunicha ancha vaqt o'tadi. CaO gidratatsiyalanishi uchun zarur miqdordan 1,5-2 baravar (misol uchun, ohak og'irligidan 60-70%) ko'p suv

solinsa, ohak xamiri judayam qizib va obdan bug‘lana boshlaydi; ajralib chiqayotgan bug‘ jadal zichlashayotgan aralashmani buzadi.



15-Rasm. Ca(OH)_2 va CaO larning haroratga qarab eruvchanligi; 1- CaO ; 2- Ca(OH)_2

Tajriba shuni ko‘rsatadik, suv ohak nisbati 100-150% atrofida bo‘lganda gidratatsion qotish eng katta effekt bilan namoyon bo‘ladi (ohak sifatiga qarab). Magnezial va dolomitli ohak yoki tarkibida gil aralashmalari ko‘pi bilan 3% bo‘lgan ohaktoshlardan olingan ohak kam, shiralisi esa ko‘p miqdorda suv talab qiladi. Birinchisining miqdori 100% atrofida bo‘lsa, ikkinchisining 150% dir.

Fizik-mexanik xossalari. Havoda qotadigan ohak ma’lum sifat ko‘rsatkichlari bilan xarakterlanadi. Ana shu ko‘rsatkichlariga ko‘ra uch sortga bo‘linadi (15-jadval).

1 kg kesak (so‘ndirilmagan) ohak xamirning chiqishi deyiladi. Bu ishlab chiqarishda ohakning eng muhim xarakteristikasi hisoblanadi. Ohak xamiri qorishmada bog‘lovchilik vazifasini o‘taydi. U qum zarralarini sun’iy toshqilib biriktiradi va qorishmabop aralashmaning ko‘ngildagidek eyiluvchan bo‘lishini ta’minlaydi. Boshqa bir xil sharoitlarda qorishmaning yoyiluvchanligi qorishma tarkibidagi ohak miqdoriga bog‘liq bo‘ladi. Demak, ohak xamiri qanchalik ko‘p hosil bo‘lsa, shunchalik kam qaynama-ohak talab qiladi.

Havoda qotadigan qurilishbop ohakka nisbatan texnik talablar
(Standart bo'yicha)

Ko'rsatkichlar nomi	Navmi		
	1-	2-	3-
A. So'ndirilmagan kesak yoki tuyilgan ohak: quruq moddaga hisoblaganda			
Aktiv CaO+MgO miqdori, %	85	70	60
a) qo'shilmasiz so'ndirilmagan ohakda, kamida	64	52	-
b) qo'shilmali so'ndirilmagan ohakda, kamida			
Kesak ohakda so'ndirilmagan donalar miqdori, %	10	20	25
ko'pi bilan			
B. Poroshok (kukun) holigacha so'ndirilgan gidrat ohak:	67	55	50
Quruq moddaga hisoblaganda aktiv CaO+MgO miqdori, %	50	40	30
a) qo'shilmasiz gidrat ohakda, kamida	5	5	5
b) qo'shilmali gidrat ohakda, kamida			
Gidrat ohakning namligi, % (nam moddaga hisoblaganda), ko'pi bilan	2	2	2
To'yish darajasi, %	10	10	10
063 nomerli elakdagi qoldiq, ko'pi bilan			
009 nomerli elakdagi qoldiq, ko'pi bilan			

Ohak xamirning ko'p-oz bo'lishi aktiv CaO+MgO, so'nagan donalar va kalsiy oksididan qancha borligiga bog'liq. Tarkibida CaO kam bo'lgan magnezial va dolomit ohakdan oz magnezialli (tarkibida CaO ko'p) ohakka qaraganda kam ohak hamir hosil bo'ladi. Ohak xamirdan qancha hosil bo'lishi asosan zarrachalarning so'ndirgandan keyingi dispers (maydalik) darajasiga bog'liq. Kalsiy oksidi mayda

zarrachalargacha juda tez soʻnadi. Xolbuki, MgO va oʻta kuygan zarralar unchalik tez soʻnmaydi. Kalsiy oksidining gil-aralashmalari bilan oʻzaro taʼsir etishishidan hosil boʻlgan mahsulotlar esa yo butunlay soʻnmaydi yoki juda sekin soʻnadi.

Ohakning shirali yoki shirasiz boʻlishi ham zarrachalarining maydalik darajasiga qarab aniqlanadi. Shirali ohak asosan oʻlchamlari jihatidan kolloidlarga yaqin juda mayda $\text{Ca}(\text{OH})_2$ zarrachalaridan tashkil topgan boʻlib, tarkibida soʻnmagan donalar kam. Shirasiz ohak ancha dagʻal soʻnadi, soʻnganda talaygina donalari parchalanmay qoladi.

1 kg kesak qaynama-ohakdan olinadigan ohak xamir hajmi, xamir tayyorlashning texnologik usullariga ham bogʻliq. Bevosita kesak ohakni moʻl suv quyib soʻndirish yoki kukun-ohakka koʻngildagidek xamir hosil boʻlgunicha suv quyib turish yoʻli bilan ohak xamir olish mumkin. Tarkibi jihatidan ikkalasi ham bir xil boʻladi. Biroq odatda kesak ohakni soʻndirish bilan kukun-ohakni soʻndirgandagiga qaraganda ancha koʻp ohak xamir hosil boʻladi. Boshqa bir xil sharoitlarda bu hajmlar nisbati 5:3 boʻladi. Gap shundaki, moʻl suv bilan soʻndirganda zarrachalarining maydalanish darajasi hiyla yuqori boʻladi. Chunonchi, kukun-ohak zarrasining oʻrtacha oʻlchami 6-10 mk boʻlsa sut holatigacha soʻndirganda 1 mk boʻladi. Oz suv quyganda, aftidan soʻndirish mahsuloti bir oz kuydirib yuborilsa kerak¹.

Kesak qaynama-ohak boʻlaklarining oʻlchami koʻpincha ohak xamir miqdori (shuningdek soʻnish tezligi)ga katta taʼsir qiladi. Qaynama donalari ancha mayda boʻlsa, soʻndirganda nisbatan dispers mahsulot hosil boʻladi va bu jarayon tezlashadi. Donalarining oʻlchamlari 10 mm gacha boʻlgan soʻndirilmagan ohakdan koʻproq va yuqori sifatli ohak xamir chiqadi.

Plastikligi. Ohak qorishmabop aralashmalarning nihoyatda plastik (birikuvchan va yoyiluvchan) qiladi. Bu uning eng muhim xossalaridan hisoblanadi. Ohak xamirining nihoyatda plastik boʻlishiga sabab shuki, ohak

donalari o'z yuzasida suv qatlamini adsorbsion ushlab turadi. Shu sababli donacha gidrodinamik moylanadi va ular o'rtasidagi ishqalanish kamayadi. Donalari qanchalik mayda bo'lsa, ularning solishtirma sirti shunchalik katta, bog'lovchi esa plastik bo'ladi. Ohak xamirining bu xossalari undan plastifikator sifatida foydalanishga imkon beradi. Binobarin, qorishma tayyorlash uchun ishlatiladigan sement tejaladi.

Aralash qorishmalarda portlandsementga qo'shiladigan ohakning ruxsat etiladigan miqdori har xil bo'lishi mumkin. Masalan, quruq sharoitlarida foydalanayotganda I va II klass binolari uchun qo'shilma va sementning eng ko'p vazn nisbatin 3:1 gacha bo'lishi mumkin $[Ca(OH)_2]$ gahisoblaganda]: III klass binolari uchun zarur markadagi qorishmaga etarli miqdordagina bo'ladi. Nam sharoitlarda bino qurayotganda ohak: sement nisbati binolarning klassiga qarab tegishlicha 0,6:1 va 0,75:1 dan oshmasligi kerak. Ohakmiqdorini ana shundan oshirmaslik kerak. Aks holda, beton konstruksiyaning suvga chidamliligi va barqarorligiga putur etkazilishi mumkin.

Cho'kish. Ohak qotayotganda anchagina suv yo'qoladi, natijada ohak zarrachalari orasidagi suv kamayadi, zarrachalar bir-biriga yaqinlashadi va qotayotgan ohak xamiri cho'kadi.

Suv mahsulot kesimi bo'yicha bir xilda bug'lanmaydi. Yuza qatlamlari tezroqquriydi va cho'kish hodisalari tufayli, ichki, hali namiqmagan o'zagini siqa boshlaydi. Oqibatda buyumning yuza qatlamlarida ichki cho'zuchi zo'riqishlar paydo bo'ladi va buyum darz ketadi.

Kamroq cho'kish va darz ketmasligi uchun ohak xamiri «sof» holda ishlatilmaydi. Ohak xamiri mineral to'ldirgichlar bilan birgalikda qorishma va beton tariqasida ishlatiladi. To'ldirgichlar aralashmada cho'kishiga to'sqinlik qiladigan mustahkam skelet hosil qiladi. Shirali ohak cho'kuvchanroq. Shuning uchun to'ldirgichlar bilan iloji boricha yaxshiroq suyultirilishi zarur.

To'ldirgich ishlatish texnik, shu bilan birga iqtisodiy ahamiyatga ham ega. Ularni ishlatish ohakni tejashga imkon beradi, shu bilan qorishma va beton tannarxi arzonlashadi. Qorishmaga qancha ohak sarflash ko'p jihatdan to'ldirgichlarning dona

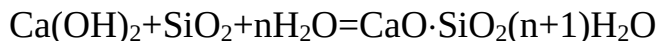
tarkibiga, ya'ni donalarining yirikligi va ular orasidagi bo'shliqlar hajmiga bog'liq. Qorishmada ohakning roli qum zarralari orasidagi hamma bo'shliqlarni to'ldirish va ularni yupqa xamir qatlam bilan qamrab olishdan iborat. Keragidan ortiqcha ohak solinsa, cho'kish darzlari hosil bo'lishi mumkin, ohak kam solinsa, qorishma yaxshi yoyilmaydi va unchalik mustahkam bo'lmaydi.

To'ldirgichlarning kavaklanuvchanligi undagi yirik va mayda donalar nisbati bilan aniqlanadi. Optimal tarkibidagi qum zarralarining orasidagi kavaklar ohak zarralaridan bir necha bor katta bo'ladi. Shuning uchun ham qulay joylanuvchan qorishma ishlash uchun nisbatan ko'p ohak sarflashga to'g'ri keladi. Ohak sarfini kamaytirish maqsadida to'ldiruvchi qo'shilmalar solinadi. Ohak zarralariga qaraganda kam dispers bo'lganligi uchun qo'shilmalar to'ldirgich orasidagi yirik kavaklarni to'ldiradi.

Ayniqsa tuyilgan ohaktosh bu jihatidan yaxshi natija beradi. U ohak bilan reaksiyaga kirishib $\text{CaSO}_3 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ kompleks birikma hosil qiladi va shu bilan qorishma mustahkamligini kamayishiga yo'l qo'ymaydi. Ohaktosh bo'lsa qotayotgan mahsulotda CaCO_3 kristallarining hosil bo'lishi jarayoni tezlashadi: CaCO_3 ning mayda zarrachalari kristallanish markazlari, kurtaklari hisoblanadi. Ohak bilan ohaktosh aralashmasini mayda tuyish mahsuloti karbonat ohak deb atalgan. Unda CaCO_3 vaznan 40-60% bo'lishi mumkin. Qancha bo'lishi kerakligi karbonat ohakda aktiv $\text{CaO} + \text{MgO}$ dan, quruq moddaga hisoblaganda kamida 30% gacha bo'lishi lozim degan shartga asosan belgilanadi. GOST mayda tuyish darajasi va so'nish tezligi bo'yicha oddiy ohakka nisbatan qanday talablarni qo'ysa, karbonat ohakka nisbatan ham xuddi ana shunday talablar qo'yadi.

To'ldirgichlarga yopishishi. Kalsiy gidrat oksidining zarrachalari to'ldirgichlar yuzasida etarlicha darajada mustahkam tura oladi. Ohak qorishma ko'pincha birikish yuzasidan emas, balki bevosita qotgan ohak xamirdan emiriladi. Karbonatlashish va $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ning to'ldirgichlar bilan kimyoviy ta'sir etishishi hisobiga yanada yaxshiroq yopishadi. Ohak bilan to'ldirgichlar tarkibidagi

quptuproqning quyidagi sxema bo'yicha o'zaro ta'sir etishishi ana shunday reaksiyalardan hisoblanadi:



Reaksiya natijasida suvga chidamli va mustahkam kalsiy gidrosilikat hosil bo'ladi.

Odatdagi sharoitlarda Ca(OH)_2 kremniy oksidi bilan juda sust reaksiyaga kirishadi. Temperatura oshishi bilan (ayni vaqtda nam muhit sharoitlari tug'dirib berilsa) gidrosilikat hosil bo'lishi jarayoni ancha tezlashadi. Yuksak temperaturaning ohak bilan qum kremniy oksidi orasidagi reaksiyaga ana shunday ta'siridan silikat buyumlar ishlab chiqarishda foydalaniladi. Silikat buyumlar avtoklavlarda 8 ati bosim va 174^0 C tuyingan suv bug'ida bug'lanadi.

Ohakning to'ldirgichlar bilan birikish darajasi qum zarrachalarining yuzasi qanaqa ekanligiga ham bog'liq bo'ladi. Yuzasi silliq, yumaloqroqqum zarrachalariga qaraganda yuzasi g'adur-budur zarrachalar mustahkam yopishadi. Shuni nazarda tutib, silikat buyumlar ishlab chiqarishda qum dezintegratorlarda maydalanadi, dag'allashtiriladi. Yuzasini g'adir-budur qilishdan tashqari aktivligi kamroq, yuqorigi yuza pardasi shilib tashlanadi va ohakka nisbatan aktivroqqatlamlari yalang'ochlanadi.

So'ndirilmagan tuyilgan ohak tayyorlash uchun xom ashyo tariqasida tarkibida 8 dan 20% gacha gil bo'lgan gil-ohaktoshlar ham ishlatilishi mumkin. Bu ohaktoshlar gidravlik

ohak tayyorlashda qo'llaniladi. Tuyilgan so'ndirilmagan ohak sortidan qat'i nazar uning sifati qo'shimcha ravishda mayda tuyilish darajasi bilan xarakterlanadi. Tuyilgan so'ndirilmagan ohak kukuni, standart ga ko'ra elanganda 063 nomerli (teshigi 0,63 mm) elakda ko'pi bilan 2%, 009 nomerli (teshigi 0,09 mm) elakda ko'pi bilan 10% qoldiqqolishi kerak. Shuningdek, so'nmgan ohakning 0,2-0,3 mm dan yirik donalari qotgan ohak qorishmalarning darz ketishiga sababchi bo'lishi mumkin deb hisoblaydilar. Shuning uchun ham tuyilgan so'ndirilmagan ohak ana shunday o'lchamdagi donalar bo'lmasligi kerak.

Mustahkamligi. Tuyilgan so'ndirilmagan ohak mustahkamlik ko'rsatkichlari bo'yicha 4, 10, 25 va 50 markalarga bo'linadi. «Normal» qum qo'shib 1:3 nisbatda tayyorlangan plastik qorishmadan ishlangan va 28 sutkada sinalgan namunalarni siqqandagi mustahkamlik chegarasiga muvofiq ana shu markalarga bo'lingan.

Tuyilgan so'ndirilmagan ohakdan tayyorlangan qorishmalar havoda qotadigan so'ndirilgan ohakdan tayyorlanganiga qaraganda mustahkamroq va suvga chidamliroq bo'ladi. Bunga sabab shuki, so'ndirilmagan tuyilgan ohak kam suv bilan qoriladi: ortiqcha quyiladigan suv miqdori (kimyoviy reaksiya uchun kerak bo'ladigan suvdan ortig'i) kamayadi, bu esa ancha zich va mustahkam qorishma tayyorlashga imkon beradi. Suvning CaO bilan kimyoviy reaksiyaga kirishish uchun yutilishi ham suyuq fazaning kamayishiga olib keladi. Xolbuki, so'ndirilgan ohak ishlatganda ana shunday imkon bo'lmaydi; so'ndirilgan ohakning hamma zarralari gidratlardan iborat bo'lib, ular suvni kimyoviy yo'l bilan yuta olmaydi.

Qotayotganida hajman tekis o'zgarishi. Tuyilgan so'ndirilmagan ohakka nisbatan quyiladigan texnik talabga ko'ra, ohak qotayotganida hajman tekis o'zgaradigan bo'lishi kerak. Tuyilgan qaynama-ohakni qorish uchun qancha suv etarli bo'lishini aniqlash (xamir normal quyuk bo'lishi) uchun suv-ohak nisbati har xil ohak xamirdan shisha ustida diametri 7-8 mmo'rtasidagi qalinligi 1 sm ga yaqin kulchalar tayyorlanadi. Bir sutkadan keyin kulchalar tashqi tomondan bir karra tekshirib ko'riladi. Ohak xamiri kulchalar darz ketmaydigan miqdorda optimal suv quyib tayyorlangandagina normal quyuk bo'ladi. Shunda kulchalar hajman tekis o'zgargan bo'ladi.

Xajmning tekis o'zgarish sharoitlari asosan so'ndirilgan ohakka qaraganda ancha yuqori texnik xossalarga ega bo'lgan bu ohakda amalda foydalanish imkoniyatlarini ochib beradi. Ohak hajmining notekis o'zgarishi bir kator omillarga bog'liq. Masalan, kuydirish rejimi buzilsa, ayrim donalari notekis so'nadi: o'ta pishgan zarralar normal kuyganlariga qaraganda sust so'nadi. O'ta pishgan donalari normal pishgan qismlarining tez so'nishi va kristallanishi natijasida qotib bo'lgan xamirda ham so'nishda davom eta beradi, natijada darz-yoriqlar hosil bo'ladi.

Notekis kuydirishning zararli ta'sirini ohakni yanada mayda tuyish bilan ancha kamaytirish mumkin: o'ta pishgan juda mayda zarrachalar hajmi absolyut kam kengayadi va undagi ichki cho'zuvchi zo'riqishlar ham kuchsizroq bo'ladi. Bunday hollarda ohakni vibro tuyish tavsiya qilinadi.

Sifatli kuydirilgan ohak hajmining notekis o'zgarishiga kalsiy oksidining Ca(OH)_2 ga aylanishi va qayta kristallanishi ham sababchi bo'lishi mumkin. CaO tez gidratlanishi va talaygina issiq ajralib chiqishi natijasida ana shunday o'zgarish sodir bo'ladi. Buning oldini olish uchun iloji boricha issiqni chetlatish kerak. Shuning uchun ham qishki sharoitlarda tuyilgan so'ndirilmagan ohak ishlatish ancha sifatli qorishmalar tayyorlashga imkon beradi. Qayta kristallanish qotayotgan sistema strukturasiga zararli ta'sir qilmasligi uchun materialning ortiqcha kengayishga yo'l qo'ymaydigan qoliplar ishlatiladi.

Ohakning gidratlanishini sekinlashtiradigan qo'shilmalar qo'shish yaxshi natijalar beradi. CaO suv bilan butun vaqt davomida bir tekisda reaksiyaga kirishadi, sodir bo'layotgan struktura jarayonlar bir me'yorda rivojlana boradi. Sulfit-spirt barda 0,15-0,3 miqdorda qo'shiladi va sulfatlar (gips, magniy sulfati va boshqalar) ana shunday qo'shimchalardan hisoblanadi. Sulfatlar ohak og'irligining 3-5% gacha miqdorida alohida yoki barda bilan birga qo'shiladi.

Shuni ham aytib o'tish kerakki, qotayotganda talaygina issiq ajralib chiqishi salbiy hodisagina bo'lib qolmay, so'ndirilmagan ohakda tayyorlangan qorishmalar qishda ishlatilayotganda yaxshi foyda berishi mumkin. Chunki qorishma tez muzlab qolmaydi. Bunday qorishmalar, yuqorida aytib o'tilganidek, so'ndirilmagan ohak nihoyatda ekzotermik bo'lgani (ko'p issiq chiqarishi) sababli tezroqquriydi.

Ohak qorishmalar va betonlarning ko'pga chidashi. Sun'iy tosh materiallarining emirilishiga ko'pincha qotib qolgan bog'lovchida tashqi muhitning agressiv ta'siri natijasida korroziyalanish (emirilish) jarayonlarining rivojlanishi sababchi bo'ladi.

Ohak qorishmalar havo ta'siriga yaxshi chidaydigan materiallardan hisoblanadi. Quruq-havo rejimida qorishmalarning mustahkamlanishi uchun qulay

sharoitlar tugʻiladi. Chunki bu holda ohak xamirining nomi qochishi, shuningdek karbonlash jarayoni rivojlanishi natijasida ohak xamiri mustahkamlana boshlaydi.

Nam sharoitlarda ohak qorishmalar namiqadi, natijada mustahkamligi boʻshashadi yoki butunlay buziladi.

Batamom qotgan ohak qorishmalar nisbatan sovuqqa ancha chidamli boʻladi. Ohak qorishma bilan suvalgan bino oldilarining uzoq vaqt yaxshi saqlanishi bunga yaqqol dalil boʻla oladi. Ohak qorishmalarning suv va sovuq taʼsiriga chidamliligi ularning suv muzlaganda muz hajmi kengayganida ham buzilmaydigan strukturasiga bogʻliq.

Havoda qotadigan ohak ishlatiladigan sohalar. Eng muhim bogʻlovchi moddalardan hisoblanadigan havoda qotadigan ohakning yuqorida koʻrsatib oʻtilgan xossalari amalda uni qanday sohada ishlatish kerakligini belgilab beradi.

Havoda qotadigan ohak asosan quyidagi sohalarda ishlatiladi: quruq-havo sharoitlaridagi er ustida bino qurish uchun zarur qurilishbop qorishmalar tayyorlashda:

xuddi shunday maqsadda ishlatiladigan suvoqbop qorishmalar tayyorlashda:

gidravlik bogʻlovchi, yaʼni ohak-shlak va ohak-putssolan sementlar tayyorlashda:

gips-ohak bogʻlovchilar (birga tuyilgan) tayyorlashda:

silikat (avtoklav) buyumlar ishlashda:

tashqi havosi past sharoitlarda toʻldirma devor qurayotganda ishlatiladigan shlak betonda (tuyilgan soʻndirilgan ohak):

quriq-havo sharoitlarida ishlatiladigan konstruksiyalar uchun past markali beton tayyorlashda:

engil beton tosh (sement yoki qoʻshilmalar bilan aralashtirib) ishlashda:

tuzli eritmalar bilan qurayotganda (soʻndirilgan dolomit ohak):

issiqni izolyasiyalaydigan va boshqa materiallarni tayyorlashda.

Rangli ohak aralashmalar tayyorlashda.

Havoda qotadigan ohak ishlab chiqarishni tashkil etayotganda u mahalliy bog‘lovchi modda ekanligi nazarda tutiladi. Kerak bo‘ladigan xom ashyo materiallar va yoqilgi deyarli hamma erda topiladi. Uni tayyorlash uchun unchalik murakkab bo‘lmagan uskunalar va ozgina mablag‘ talab qilinadi. Ana shu sabablarga ko‘ra, ohak nisbatan unchalik qimmatga tushmaydi. Mexanizatsiyalashgan va quvvati katta (yiliga 100 ming t ortiq ohak ishlaydigan) korxonalarda esa zavod tannarxi yanada kamayadi.

Havoda qotadigan ohak ishlab chiqarishni yanada rivojlantirish shuning uchun ham maqsadga muvofiq va zarurki, uning asosida mustahkam va yaxshi qurilish buyumlari ishlanishi mumkin, ularni tayyorlash iqtisodiy jihatdan ancha foydali, qimmat turadigan boshqa bog‘lovchi moddalar o‘rnida ishlatsa ham bo‘ladi.

2 qism Gidravlik boglovchi moddalar

5 bob Gidravlik oxak va romansement

1-§. Gidravlik ohak

Odatda tarkibida 6 dan 20% gacha gil aralashma bo'ladigan mergel ohaktoshlarni erib, bir-biriga yopishib qolmaydigan darajada kuydirib, keyin mayda tuyganda hosil bo'ladigan bog'lovchi moddaga gidravlik ohak deyiladi.

Gidravlik ohak tuyilgan so'ndirilmagan («tuyilgan so'ndirilmagan ohak») va kukun holigacha so'ndirilgan (mayda tuyilgan so'nmagan zarrachalar aralashmasi bilan) ohak holida ishlab chiqariladi.

Qotish tezligi va mexanik jihatdan qanchalik mustahkamlanishiga qarab, gidravlik ohak ikkiga bo'linadi: kuchli gidravlik ohak va kuchsiz gidravlik ohak.

Ohakning gidravlik darajasi gidravlik (asosiy) modul (m) miqdori bilan aniqlanadi. Gidravlik modul ohak (xom ashyo) tarkibidagi kalsiy oksidi va kislota oksidlarining miqdor nisbati bilan ifodalanadi:

$$m = \frac{\%CaO}{\%(SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3)}$$

Ohakda faqat havoda qotadigan CaO qanchalik ko'p, ya'ni asosiy modul qanchalik katta bo'lsa, uning gidravlik xossalari shunchalik past bo'ladi, chunki CaO ko'p bo'lsa, ana shunday xossalarga ega bo'lgan boshqa moddalar (kalsiy silikat, alyuminat va ferritlar) kam bo'ladi. Gidravlik ohak gidravlik modullining miqdori, 1,7-9 ga teng. Gidravlik moduli 1,7-4,5 ga teng bo'lgan ohak kuchli gidravlik ohak, moduli 4,5-9 gacha bo'lgan ohak kuchsiz gidravlik ohak hisoblanadi. Gidravlik modul 9 dan ortiq bo'lsa, ohak amalda gidravlik xossalarga ega bo'lmaydi va u havoda qotadigan ohak hisoblanadi.

Ikki kalsiyli silikat ($2CaO \cdot SiO_2$), ikki kalsiyli ferrit ($2CaO \cdot FeO_2$) va bir kalsiyli alyuminat ($CaO \cdot Al_2O_3$) kuydirilayotganda hosil bo'ladigan va kuydirish mahsulotini gidravlik xossali qiladigan birikmalardan hisoblanadi. CaO ning SiO_2 , Al_2O_3 va Fe_2O_3 larni ko'rsatilgan birikmalar tarzida bog'lay oladigan eng ko'p miqdori 1,7-1,8 og'irlik qismini tashkil qiladi. Gidravlik ohakning asosiy moduli odatda bir oz yuqori

–9 gacha, ko‘pincha 3-5 bo‘ladi, ya’ni gidravlik ohakda CaO ning 9 og‘irlik qismiga 1 og‘irlik qism kislota oksidlari to‘g‘ri keladi. Shunday qilib, gidravlik ohak tarkibida, gidravlik birikmalar-kalsiy silikatlar, alyuminatlar va ferritlar bilan birgalikda ozmi-ko‘pmi erkin CaO ham bo‘lishi mumkin. Shunga ko‘ra, gidravlik ohak ishlab chiqarish xususiyatlari, uning xossaalari va ishlatilish sohalari ham har xil.

Texnologik sxemasi. Mergel ohaktosh portlash yo‘li bilan qazib olinadi, maydalanadi, saralanadi va kuydiriladi.

Ohak kuydiruvchi agregat sifatida shaxta yoki aylanma pechlardan foydalaniladi. Shaxta pechlarda kamida 20-40 mmo‘lchamda bo‘lgan ohaktosh, aylanma pechlarda esa 15-20 mm o‘lchamdagi ohaktosh kuydiriladi.

Mergel ohaktoshlarni kuydirayotganda kalsiy oksidi hosil bo‘ladi. U gil aralashmalar tarkibidagi kislota oksidlari bilan o‘zaro ta’sir etishadi. Shunda kalsiy silikatlar, alyuminatlari va ferritlari ham hosil bo‘ladi. Aytib o‘tilgan o‘zaro ta’sir etishish suyuq faza eritma hosil bo‘lmasdan qattiq fazalarda sodir bo‘ladi. Shuning uchun ham kuydirilgan material kesaklanib qolmaydi.

Gidravlik ohakni kuydirish temperaturasi amalda 800-900⁰ C dan 1000⁰C gacha bo‘ladi. 1100⁰C dan yuqori temperatura tavsiya qilinmaydi, kuydirish temperaturasi shundan oshsa, mahsulot so‘nish qobiliyatini yo‘qotadi.

Gidravlik ohak ishlab chiqarish uchun dolomitlashmagan, shuningdek, dolomitlashgan ohaktoshlar qo‘llaniladi. Dolomitlashgan ohaktoshlardagi MgCO₃ miqdori 20% gacha boradi. Bunday ohaktoshlarni kuydirayotganda talaygina magniy oksidi hosil bo‘ladi. Magniy oksidi esa kuydirish temperaturasi 800-900⁰C dan ortishi bilan suvga nisbatan aktivligini tobora kamaytira boradi. Bunday magneziya sekin so‘nadi va qotib qolgan betonda ham so‘nishni davom etirishi mumkin. Natijada beton yorilib ketishi mumkin. Shuning uchun ham dolomitlashgan mergel ohaktoshlarni yuqorida ko‘rsatilgani kabi 800-900⁰C dan oshmaydigan temperaturada shaxta yoki aylanma pechlarda kuydirish kerak.

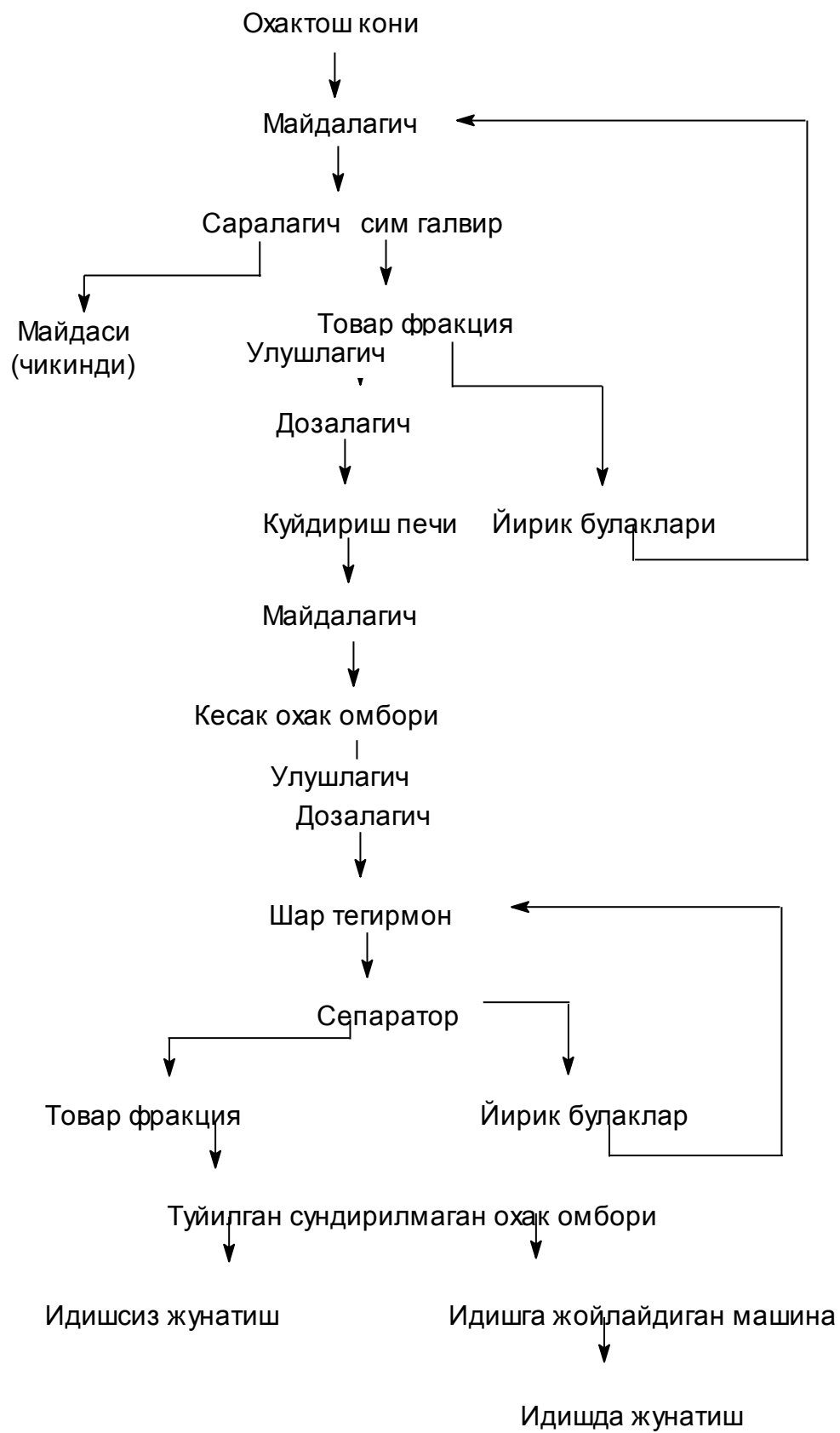
Shaxta pech turi ishlatiladigan ohaktoshlarning kimyoviy tarkibiga qarab tanlanadi. Ohaktoshlar dolomitlashmagan bo'lsa, xom ashyo bilan yoqilg'i aralash solinadigan pechlar ishlatiladi. Dolomitlashgan ohaktoshlar esa yoqilg'i batamom yongandan, o'txonasi tashqariga chikarilgan pechlarda yoki ancha tejamli nim gaz pechlarda kuydirilgani ma'qul. Aks holda, magniy oksidi kuyib ketadi.

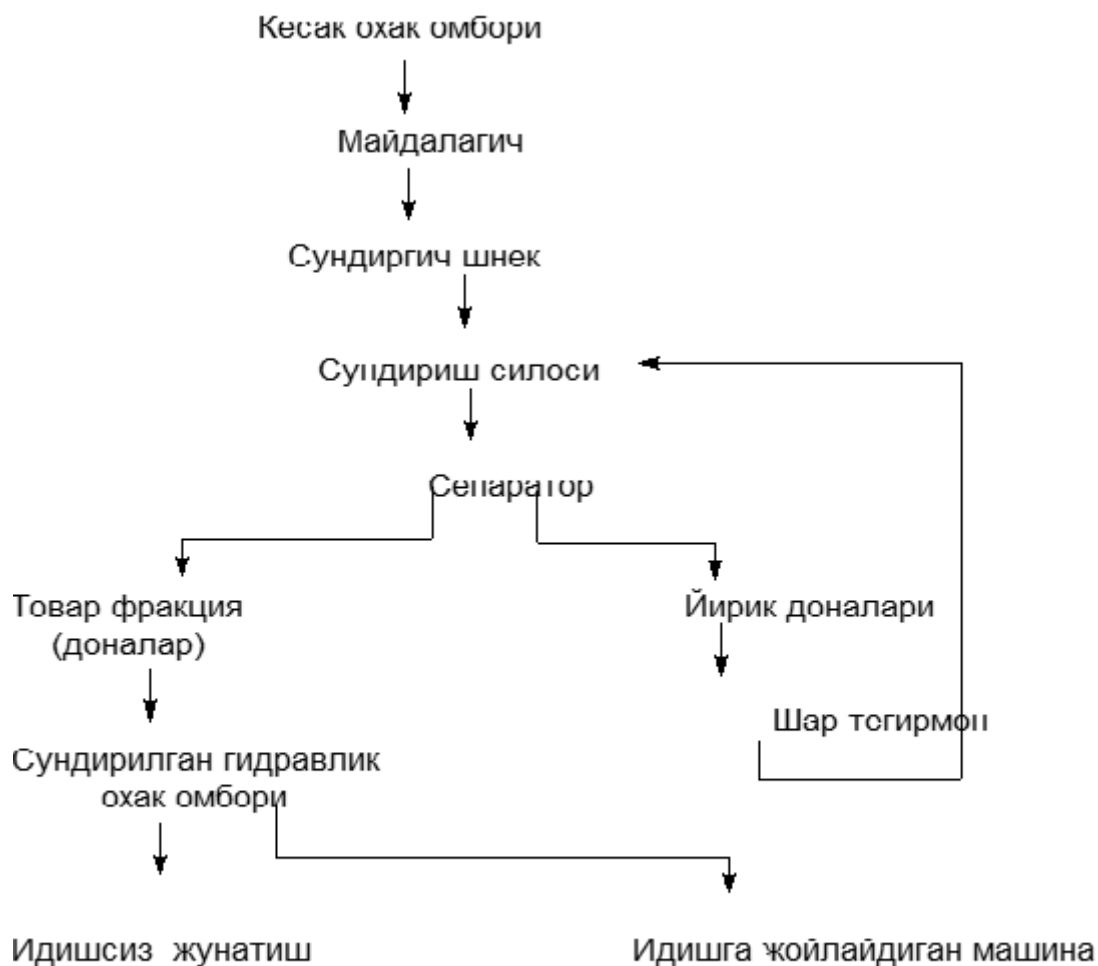
Tuyilgan so'ndirilmagan ohak ishlash dolomitlashmagan ohaktoshlar xom ashyo bilan yoqilg'i aralash solingan pechlarda kuydirilgani yaxshi. Chunki mayda tuyilgan holdagi yoqilg'i kuli ohakning gidravlik xossalarini oshiradi.

Aylanma pechlar ishlab chiqarishning bu sohasida kam ishlatiladi. Chunki yoqilg'i sifatida ko'mir changini ishlatishga, ko'mir chang tayyorlashni tashkil etish uchun ko'p mablag' sarflashga, shuningdek kuydirish uchun ancha ko'p, ya'ni shaxta pechlarida kuydirilayotgan vaqtdagi 12-15% o'rniga ohak og'iriligiga nisbatan 20% gacha shartli yoqilg'i sarflashga to'g'ri keladi. Shunga qaramasdan, boshqa bir qator ko'rsatkichlari, jumladan, sermehnatliligi jihatidan shaxta pechlarga qaraganda ancha tejamli kalta aylanma pechlar ishlatiladi.

Gidravlik ohak kuydirishda shaxta va aylanma pechlarning ish unumi, taxminan, havoda qotadigan ohakni kuydirish pechlarining ish unumidek bo'ladi.

So'ndirilmagan tuyilgan gidravlik ohak ishlab chiqarayotganda texnologik operatsiyalar qanday tartibda davom etishi quyidagi sxemadan ko'rinib turibdi:





16-

16-Rasm. So‘ndirilmagan tuyilgan gidravlik ohakning texnologik sxemasi

Pechdan olinayotgan kuydirish mahsuloti (so‘ndirilmagan gidravlik kesak ohak deb yuritiladi) hali bog‘lovchi material hisoblanmaydi va qorishma hamda beton ishlashida unda foydalanib bo‘lmaydi. Bog‘lovchi modda hosil qilish uchun so‘ndirilmagan kesak ohak bo‘laklari mayda tuyilishi kerak.

Gidravlik kesak ohak ikki usulda, ya’ni mexanik yo‘l bilan shar tegirmonlarda va so‘ndirish yo‘li bilan tuyilishi mumkin. Birinchi usulda tuyganda so‘ndirilmagan tuyilgan gidravlik ohak (u qo‘llanib kelinayotgan standart bo‘yicha tuyilgan so‘ndirilmagan ohak deyiladi), ikkinchi usulda tuyganda esa kukun holigacha so‘ndirilgan gidravlik ohak olinadi.

10-20 mm gacha bir sidra maydalab olingan kuydirilgan kesak ohak zoldirli tegirmonlarining sarflash bunkeriga uzatiladi. Bunkerdan ta‘minlagich yordamida

zoldirli tegirmoniga keragicha solib turiladi. Maydalangan mahsulot yirik donalarini ayirib tashlash uchun separatorga yuboriladi. Yirik donalari qayta tuyishga, mayda donalari esa tayyor mahsulot omboriga yuboriladi. Tuyilgan so'ndirilmagan gidravlik ohak germetik berk metall konteynerlarda yoki bitumlashtirilgan qog'oz qoplarda tashiladi. Idishsiz jo'natishda esa maxsus jihozlangan sement tashigich mashinalardan foydalaniladi.

Kukun holigacha so'ndirilgan gidravlik ohak tayyorlash texnologiyasidan ko'rinib turibdiki, yuqorida bayon etilgan texnologiyadan tubdan farq qiladi.

Gidravlik ohak ham havoda qotadigan ohak singari qimmatli xossaga ega: unga suv ta'sir qilganida, juda maydalab tuyganda ham shunchalik bo'lmaydigan darajada, nihoyatda mayda kukunga aylanib ketadi. Biroq gidravlik ohak tarkibiga kirgan erkin kalsiy oksidigina so'nish qobiliyatiga ega bo'ladi. Uning gil oksidlari bilan o'zaro ta'sir etishish mahsulotlari, ya'ni kalsiy silikatlar, alyuminatlari va ferritlari so'nish qobiliyatiga ega bo'lmaydi. So'ndirilayotganda ular nisbatan yirik va amalda suvga nisbatan mo'rt, so'nmagan zarralar holida qoladi. Ayni vaqtda xuddi ana shu birikmalar mayda tuyilganida ohakka gidravlik xossalar beradi. Shuni nazarda tutib, so'nmagan donalari elanadi, shar tegimonlarida maydalanadi. So'ngra so'ndirilmagan ohak kukunni bilan aralashtiriladi. Bu usulda ishlab chiqarish jarayoni quyidagi tartibda o'tadi.

Kuydirilgan kesak ohak dastlab 10-20 mm gacha o'lchamda maydalanadi. Kesak ohak maydalashdan oldin bir necha (3-5) kun omborda ushlab turilgani ma'qul. Shunda u havodagi nam ta'siridan qisman so'nadi, natijada navbatdagi texnologik jarayonlarni bajarish osonlashadi.

Maydalangan mahsulot so'ndirgich apparatga yuboriladi. Shu maqsadda odatdagi so'ndirgich shnek qo'llaniladi. So'ndirgich shnekka suv yuborib turiladi. Ohakni kukun holigacha so'ndirish uchun zarur suv miqdori ohakdagi erkin CaO miqdoriga bog'liq. Kalsiy oksidi ohak og'irligining 15-25 protsent miqdorida bo'lishi kerak. Suv minimal nam so'ndirilgan mahsulot hosil bo'ladigan miqdorda quyilishi

zarur. Aks holda, gidravlik birikmalar ortiqcha quyilgan suv bilan barvaqt o'zaro ta'sir etishib, qisman gidratatsiyalanadi, natijada sifati pasayadi.

So'ndirgich shnekda ohak batamom so'nmaydi. Ohak undan so'ndirgich siloslarga yuboriladi va bu erda batamom so'ndiriladi. Gidravlik ohak sekin so'nadigan modda bo'lgani uchun ko'pincha 10-15 kungacha siloslarda saqlanadi. Issiq suv ishlatish so'ndirish jarayonini ancha yaxshilaydi. Shu maqsadda so'ndirgich shnekda ohak bug' bilan namlanadi. Silosdagi massaning isishiga ohak gidratatsiyalanayotgani vaqtida ajralib chiqadigan issiqham yaxshi yordam beradi.

So'ndirilgan ohak silosdan bir oz so'nmagan yirik donalar aralashgan kukun holida chiqadi. So'nmagan donalarini ajratib olish uchun ohak separatorga yuboriladi. 0,2-0,25 mm o'lchamdagi mayda tovar fraksiya omborga, yirik so'nmagan donalari esa shar tegirmonlarga yuboriladi. Sharli tegirmonda maydalanadi, so'ngra yana so'ndirgich silosga olib kelinadi.

Mazkur texnologiya bo'yicha bir yo'la ikki xil mahsulot, ya'ni kuchli gidravlik ohak va kuchsiz gidravlik ohak olish mumkin. Tarkibida talaygina gidravlik birikmalar bo'lgan, so'nmagan mayda tuyilgan donalari butun ohak massasiga aralashtirib yuborilmasdan, tayyor mahsulot sifatida ishlatilsa, bu kuchli gidravlik ohak hisoblanadi. Separatordan olingan mayda fraksiyada gidravlik birikmalar nisbatan kam bo'ladi va xossalari jihatidan kuchsiz gidravlik ohak hisoblanadi. Tarkibida gil aralashmalar ko'p (gidravlik moduli ko'pi bilan 4-5 ga teng) ohaktoshlardan foydalanayotganda bir yo'la ikki xil ohak ishlab chiqariladi.

Ohakning qotishi, xossalari va ishlatilishi. Gidravlik ohak tarkibidagi kalsiy oksidi aslida havoda qotadigan ohakning o'zginasi. Shuning uchun ham ana shu komponent qotayotganida sodir bo'ladigan jarayonlar havoda qotadigan ohak qotayotganda ro'y beradigan jarayonlarga o'xshaydi. Suv bo'lganida kalsiy oksidi Ca(OH)_2 gacha gidratlanadi. Ohak xamiridagi suvning bug'lanishi Ca(OH)_2 ning kristallanishiga va qorishma yoki betonning sekin-asta mustahkamlanishiga yordam beradi. Ca(OH)_2 karbonlanishi natijasida yanada mustahkamlana beradi. Qorishma

yuzasida kalsiy karbonatning hosil bo'lishi ohak buyumlar mustahkamligi va suvga chidamliligini birmuncha oshiradi.

Ohakning ikkinchi komponenti-gidravlik moddalar (kalsiy silikatlari, alyuminatlari va ferritlari) o'zgacha qotadi. Kalsiy silikat, alyuminat va ferritlari suv bilan o'zaro ta'sir etishganida tegishli moddalarning gidratlarini hosil qilgan holda gidratatsiyalanadi: $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$; $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot n\text{H}_2\text{O}$ va $2\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot n\text{H}_2\text{O}$. Gidratlar kolloid, yopishok ko'rinishda va shu bilan birga plastik massa holida hosil bo'ladi. Ohak xamir suvi bug'lanadi yoki gidratatsiyalanadigan moddalar shimganida kolloid massalar koagulyasiyalanadi. Kolloid massalarning yanada mustahkamlanishi ularning kristallanishiga bog'liq.

Gidravlik ohak qotayotganda avvalo havoda qotish, so'ngra gidravlik qotish jarayonlari ro'y beradi. Shu sababli, gidravlik ohak qotishi uchun avvaliga quruqhavo sharoitlari, so'ngra (kalsiy silikatlari, alyuminatlari va ferritlari gidratatsiyalanishi uchun) nam sharoitlar yaratish talab qilinadi. Ohak tarkibida gidravlik moddalar qanchalik ko'p bo'lsa qotishining birinchi davri (quruq-havo sharoitlarida) shunchalik qisqa bo'ladi.

Gidravlik moddalarning gidratatsiyalanishi va shunga yarasha qotishi uzok vaqt davom etishi mumkin. Biroq buning uchun nam sharoit kerak bo'ladi. Shuning uchun ham nam sharoit gidravlik ohak asosida tayyorlangan korishmalar ning yanada yaxshiroqqotishi uchun juda qulay keladi.

Gidravlik ohakning xossalari-mustahkamligi, hajman tekis o'zgarishi va mayda tuyish darajasi bilan xarakterlanadi.

Gidravlik ohakning *mustahkamligi* tahminan quyidagi ko'rsatkichlar bilan xarakterlanadi (16-jadval).

Og'irligi¹ bo'yicha 1:3 tarkibda tayyorlangan qattiqqorishmadan shibbalab yasalgan, qirrasi 7,07 sm kublar va sakkizliklar ko'rinishidagi namunalar sinaladi.

16-jadvalda ko‘rinib turibdiki, kuchli va kuchsiz gidravlik ohaklar normal qotish uchun turli sharoitlar talab qilinadi. Kuchsiz gidravlik ohakni suvga solguncha 21 sutka, kuchli gidravlik ohakni esa atiga 7 sutka havoda saqlash kerak.

16-jadval

Gidravlik ohakning mexanik mustahkamligi

Ohak turlari	Saqlash shartlari		Siqilishga mustahkamlik chegarasi ¹ , MPa	Cho‘zilishga mustahkamlik chegarasi, MPa
	Nam havoda	Suvda		
	Necha sutka			
Kuchsiz gidravlik	21	7	0,6	0,2
	21	35	0,8	0,33
Kuchli gidravlik	7	21	2,0	0,5
	7	49	3,0 ²	0,7

Hajman tekis o‘zgarishi gidravlik ohakning qotayotganda hajman qanchalik tekis o‘zgarishi ohak xamirdan tayyorlangan kulcha namunalarni sinash yo‘li bilan aniqlangan. Nam-xavo sharoitlarida 7 sutka saqlangandan so‘ng namunalar suvga solib qo‘yiladi. Suvda 10 sutka saqlanganidan keyin kulchalar darz ketmasa va qiyshaymasa, gidravlik ohak hajman tekis o‘zgarishi bo‘yicha sinovdan yaxshi o‘tgan hisoblanadi. Aks holda uni ishlatish mumkin emas, chunki ana shunday ohakdan tayyorlangan ohak qorishma qotganidan keyin ham buzilishi mumkin. So‘nmagan yirik ohak donalari hajman notekis o‘zgartiradi. Chunki ularda erkin CaO, shuningdek o‘ta pishgan magniy oksidi (dolomitlashgan ohaktosh ishlatganda) bo‘ladi.

Maydaligi. Gidravlik ohak qanchalik mayda tuyilgani 105-110°C temperaturada quritilgan kukuni kvadrat teshigining bir tarafi 0,09 mm bo‘lgan 009

nomerli elakda elash bilan tekshirib ko'riladi. Elaganda og'irligi bo'yicha 10% dan ortiq qoldiq qolmasligi kerak.

Ishlatish sohalari. Gidravlik ohak havoda qotadigan ohak qatori ishlatiladi. Lekin undan ancha mustahkam va suvga chidamli qorishma hamda beton ishlanadi. Gidravlik ohak havoda qotadigan shu jihatdan katta farqqiladiki, u suvda ham qota oladi. Shuning uchun ham tobora keng qo'llanib kelinmoqda. Binolarning nam sharoitlarda ishlatiladigan qismlari, ya'ni asosi, poydevori, shuningdek so'g'orish kanallari va unchalik katta bo'lmagan boshka gidrotexnik inshotlarni qurishda ana shu ohakdan foydalanilmoqda.

Gidravlik ohak asosan quruq va nam sharoitlarda ishlatiladigan bino devorini qurish va suvashda ko'p ishlatiladi. Past marka beton va bir qator ohak-shlak, ohak-putssolan ya'ni sement ishlab chiqarishda ham ishlatishga ruxsat etiladi.

Yig'ma beton buyumlari ishlab chiqarishda gidravlik ohakdan kam qavatli binolar ishlatiladigan devorbop materiallar ishlashda foydalaniladi.

2-§ Romansement

Ohaktosh yoki magnezial mergellarning erib, bir-biriga yopishib qolmaydigan darajada pishganini mayda tuyish natijasida hosil bo'lgan mahsulot romansement deyiladi. Bunday bog'lovchi ishlab chikarish uchun ohaktosh va gilning sun'iy aralashmasidan foydalansa ham bo'ladi. Tishlashish muddatini keragicha o'zgartirish uchun romansementga 5% gacha gips, shuningdek 15% gacha gidravlik qo'shilmalar qo'shib tuyishga ruxsat etiladi. Shunda sementning suvga chidamliligi yanada oshadi .yoki iqtisodiy jihatdan foydaliroq bo'ladi).

Kalsiy karbonat va gilning tabiiy aralashmasidan iborat bo'lgan mergellarda gildan 25-60% gacha bo'lishi mumkin. Romansement ishlab chiqarish uchun esa tarkibidagi gil aralashma 25-30% ga boradigan mergellar ishlatgan yaxshi.

Gidravlik ohak ishlab chikarish uchun 20% gacha gil bo'lgan ohaktoshlar ishlatilishini, hosil bo'lgan mahsulotning gidravlik moduli esa 1,7-9 ga teng ekanligini eslasak, u holda romansementning gidravlik moduli 1,7 dan kam bo'lmaydi. Darhaqiqat, u odatda 1,1-1,7 atrofida bo'ladi. Demak. gil aralashmalar

kuydirish vaqtida hosil bo'lgan CaO ning batamom bog'lay oladigan miqdorda, yoki CaO ni kalsiy silikatlar, alyuminatlar va ferritlar holida bog'lash uchun kerak bo'ladiganidan ortiqroq miqdorda bo'ladi. Gidravlik modul 1,3 yoki undan kam bo'lganida gil aralashmalar ohak bilan bog'lanmagan, erkin holicha qoladi.

Shunday qilib, gidravlik ohakdan farqli o'laroq romansementda erkin CaO bo'lmasligi kerak. Romansementdagi butun ohak gidravlik qota oladigan moddalar, ya'ni kalsiy silikatlar ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), kalsiy alyuminatlar ($\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ va $5\text{CaO}\cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$) va kalsiy ferritlar ($2\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$) holida bog'langan.

Erkin kalsiy oksidi yo'qligi va tarkibida talaygina gidravlik moddalar mavjudligi jihatidan romansement gidravlik ohakdan tubdan farqqiladi: romansement so'nmaydi, lekin undan ishlangan qorishma va betonlar ancha mustahkam va suvga chidamli bo'ladi.

Texnologik sxemasi. Romansement ishlab chiqarish uchun xom ashyo sifatida mergellerdan tashqari ohaktoshlar bilan gilning sun'iy aralashmalaridan ham foydalanish mumkin. Shu bilan texnologik jarayon ham tegishli o'zgaradi.

Mergellardan foydalanganda romansement ishlab chiqarish sxemasi ko'p jihatidan so'ndirilmagan tuyilgan gidravlik ohak tayyorlash sxemasiga o'xshaydi.

Shaxta pechlar ishlatayotganda 40 dan 120 mm gacha o'lchamda, aylanma pechlar ishlatayotganda 15 dan 20 mm gacha o'lchamda bir sidra maydalab olingan mergel kuydiriladi. Kuydirish temperaturasi mergel turiga bog'liq. Ohaktosh mergel ishlatayotgan bo'lsa, 1100°C temperaturada, magnezial ya'ni magniy karbonat ko'p mergel ishlatayotgan bo'lsa, magneziani kuydirib yubormaslik uchun past, taxminan 900°C temperaturada kuydiriladi; romansementda o'ta kuygan MgO bo'lishi gidravlik ohakdagiga qaraganda juda xavflidir. Gidravlik ohak bir sidra so'ndirib olinishi tufayli MgO ning zararli ta'siri (hajman notekis o'zgarishi) birmuncha kamayadi.

Mergellerdan foydalanayotganda gil aralashmalar qanchalik tekis joylashgani va nechog'li dispersligi katta ahamiyatga ega. Ohaktoshda gil yirik aralashmalar yoki mayda-mayda zarrachalar holida bo'lishi mumkin. Mayda-mayda zarrachalar holida

bo'lsa, gil ohaktoshda tekis joylashadi. Gil yirik kesak holida bo'lsa, romansementning sifati pasayadi. U vaqtda ohak bilan gil faqat kesaklar yuzasidagina o'zaro ta'sir etishishada. Shunda, hatto gidravlik moduli ancha past bo'lsa xam, romansementda talaygina miqdorda erkin ohak qolishi mumkin. U keyinchalik sement qotayotganda hajman notekis o'zgarishiga sababchi bo'lishi mumkin. Gilning bir qismi esa ballast holida qola beradi. Shuning uchun ham mergel sifatini aniqlayotganda undagi gil zarrachalar yig'indisi (gidravlik modul miqdori)nigina emas, shu bilan birga disperslik darajasini ham hisobga olish kerak bo'ladi.

Mergelni kuydirish uchun aylanma va shaxta pechlardan foydalaniladi. Ohaktosh mergellari kuydirilayotganda xom ashyo bilan yoqilg'i aralash solinadigan shaxta pechlar ishlatish maqsadga muvofiq bo'ladi. Magnezial mergellar qo'llanilayotganda o'txonasi tashqariga chiqarilgan shaxta pechlardan foydalanish kerak bo'ladi. Chunki bunday pechlarda kuydirishning belgilangan rejimiga aniq rioya qilish va past temperaturada kuydirish mumkin bo'ladi.

Har qanday mergelni ko'ydirishda ishlatish mumkin bo'lgan aylanma pechlar, yuqorida ko'rsatib o'tilgan sabablarga qura, ya'ni yoqilg'i ko'p sarf bo'lish, uni qurish uchun katta mablag' talab qilinishi sababli, romansement ishlab chikarishda unchalik ko'p qo'llanmaydi.

Romansementni xom ashyo bilan yoqilg'i aralash solinadigan shaxta pechlarda kuydirish uchun shartli yoqilg'idan taxminan kuydirilgan mahsulot og'irligining 12-14% miqdorida, o'txonasi tashqariga chikarilgan pechlarda 14-16%, aylanma pechlarda esa 16-20% va bundan ortiq sarflanadi.

Kuydirilgan mergelni tuyishdan oldin ma'lum vaqt (3-5 kun) omborda saqlab turgan ma'qul. Shu vaqt ichida erkin ohak havo nemi ta'sirida qisman so'nishi mumkin. Shu bilan romansementning sifati yaxshilanibgina qolmasdan, uni tuyish ham osonlashadi. So'ndirilayotgan vaqtda ohakning hajman kengayishi natijasida kuydirilgan mergel bir oz yumshayadi.

Romansementni maydalash uchun shar tegirmon ishlatiladi. Gips yoki gidravlik qo'shilmalardan foydalanayotganda ular kuydirilgan mergel bilan birgalikda maydalandai. Shunda bir xil jinsli mahsulot hosil bo'ladi.

Tuyishdan oldin qo'shilmalar quritish barabanlarida quritiladi: gips-namligi 10% gacha, gidravlik qo'shilmalar-2% gacha.

Romansement ikki xil sxemada, ya'ni maydalangan materialni elamasdan (ochiq sikl) va elab (yopiq sikl) tuyiladi. Elaganda yirik donalari ajralib chiqadi va qayta tuyishga yuboriladi. Shu bilan mahsulotning sifati ancha yaxshilanadi, tuyuvchi agregatlarning ish unumi esa oshadi; separatorlarda elanadi.

Romansement ishlab chiqarish uchun ohaktosh bilan gil sun'iy aralashmasidan foydalanayotganda ularning xom ashyoda tekis joylashishi uchun shar tegirmonlarda aralashiga tuyiladi. Xom ashyo aralashmasi shaxta yoki aylanma pechlarda kuydirilishi mumkin. Xom ashyo bilan yoqilg'i aralash solinadigan shaxta pechlarda kuydirilsa ham bo'ladi, ammo yoqilg'ini aralashmada qo'maloq tayyorlashdan oldin bevosita xom ashyo aralashmaning o'ziga qo'shgan yaxshi. Shunda kuydirish sharoitlari yaxshilanadi.

Aylanma pechlarda ham xom ashyo aralashma qumaloqholida kuydiriladi. Lekin birmuncha kichik, ya'ni 20-30 mm gacha o'lchamda bo'ladi. Yoqilg'i ularda presslanmaydi, balki chang-havo aralashmasi holicha bevosita pechga uzatila beriladi. Kuydirilgan mahsulot shar tegirmonlarda gips va gidravlik qo'shilmalar bilan yoki ularsiz tuyiladi.

Ko'rinib turibdiki, sun'iy yo'l bilan tuzilgan aralashmadan romansement ishlash texnologiyasi tabiiy mergellardan ishlashga qaraganda birmuncha murakkab. Bundan tashqari, xuddi ana shuncha mablag' sarflash va ana shu uskunalarning o'zidan foydalanish bilan nisbatan ancha sifatli bog'lovchi olish mumkin. Bu usul asosan mahalliy yoqilg'i (o'tin, torf, past kaloriyali ko'mir va slanets) dan foydalanilgani taqdirdagina o'zini oqlaydi.

Romansementning qotishi, xossalari va ishlatilishi. Gidravlik ohak tarkibidagi gidravlik komponentlar qotayotganda qanday jarayonlar ro'y bersa,

romansement qotayotganida ham ana shunday jarayonlar sodir bo‘ladi. Romansement kukuni suv bilan qorilganda kalsiy silikatlar, alyuminatlar va ferritlar gidratlanadi va kalsiy gidrosilikatlar, gidroalyuminatlar va gidroferritlar hosil qiladi. Gidratlar juda ham mayda kolloid zarrachalar ko‘rinishida ajralib chiqadi va yopishqoq, yoyiluvchan massa hosil qiladi. Ular sement zarralari orasidagi ishqalanishni kamaytiradi va shu bilan sement xamirini plastik qiladi. Ma’lum vaqtdan keyin xamir mustahkamlana boshlaydi, quyuqlashadi, tishlashish jarayoni rivojlanadi. Kolloid massalar sement xamir erkin suvni yo‘qotishi natijasida koagulyasiyalanishi tufayli xamir mustahkamlanadi.

Sement xamiri yanada zichlashganidan keyin butunlay noplastik bo‘lib qoladi va berilgan shaklni saqlaydigan kattiq jismga aylanadi. Biroqhali unchalik mustahkam bo‘lmaydi (sement xamirning bunday holatiga tishlashishning oxiri deyiladi). Kolloid massalar yanada mustahkamlanishi va qisman kristallanishi natijasida sementosh metindek mustahkam bo‘lib qoladi.

Gidravlik qo‘shilmalar va gips bo‘lsa, qo‘shimcha jarayonlar paydo bo‘ladi. Gips portlandsementda qanday rol o‘ynasa, bu erda ham ana shunday rol o‘ynaydi, ya’ni u tishlashish jarayonini sekinlashtiruvchilik vazifasini o‘taydi. Gips sementning asosiy komponenti, ya’ni nisbatan oson eriydigan kalsiy alyuminatlar bilan o‘zaro ta’sir etishadi va ularni qiyin eriydigan moddalarga aylantiradi, natijada tishlashish jarayoni sekinlashadi.

Gipsdan qancha qo‘shish kerakligi romansement tarkibidagi alyuminatlar miqdoriga bog‘liq: odatda 5% dan oshmaydi. Ba’zan sement mustahkamligini oshirish maqsadida gipsdan ko‘proq qo‘shiladi. Ko‘pi bilan qancha qo‘shish kerakligi har bir ayrim holda laboratoriyalarda o‘tkazilgan sinovlarga asoslanib turib belgilanishi kerak.

Gidravlik qo‘shilmalarga kelganda, romansementda ma’lum miqdorda erkin ohak bo‘lgani yoki ana shu erkin ohak u qotayotgan vaqtida oz miqdorda ajralib chiqadigan hollarda gidravlik qo‘shilmalarning ohakning qotishidagi roli namoyon

bo‘la boshlaydi. Gidravlik qo‘shilmaning qum tuprog‘i (SiO_2) suvda ohak bilan o‘zaro ta‘sir etishadi va kalsiy gidrosilikatlari ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$) ni hosil qiladi.

Mustahkamligi. Romansement sekin qotadigan, mustahkamligi nisbatan past (28 kunlik) markali bog‘lovchi modda hisoblanadi. Bu uning tarkibidan ma‘lum: asosan sekin qotadigan mineral-ikki kalsiy silikatdan iborat (ammo uzoq saqlagan ikki kalsiy silikat ancha mustahkam bo‘lishi mumkin). Romansement avvaliga juda sekin qotishi sababli undan tayyorlangan betonlarni qotishining dastlabki 5-7 sutkasida bevosita suv ta‘siriga uchratib bo‘lmaydi.

Biroqquruqhavo sharoitlarida kotish ham mustahkamligiga yomon ta‘sir qiladi: suv haddan tashqari ko‘p bug‘lansa, gidratatsiya jarayonlari sekinlashadi yoki butunlay to‘xtaydi. Romansementning dastlabki davrda (7 kungacha) qotishi uchun eng kulay sharoit nam havo sharoitidir.

Romansementning qotishi va uning mustahkamlanish xarakteriga atrofdagi muhit temperaturasi ham ta‘sir ko‘rsatadi. Temperaturaning oshishi juda yaxshi, pasayishi esa salbiy rol o‘ynaydi. $5-10^\circ\text{C}$ temperaturada romansement amalda qotishdan butunlay to‘xtaydi.

Romansement 1:3 tarkibli qattiqqorishmadan ishlangan va 28 kunligida siqilishdagi mustahkamlik chegarasiga qarab (standartga ko‘ra) uch, ya‘ni 25, 50 va 100-markaga bo‘linadi. 7 kunlik namunalarning siqilishdagi va cho‘zilishdagi mustahkamlik chegarasi quyidagicha bo‘lishi kerak (17-jadval).

17-jadval

Romansementning mexanik mustahkamligi

Sementning markasi	Mustahkamlik chegarasi, MPa	
	Siqilishda	Cho‘zilishda
25	1,0	0,3
50	2,5	0,5
100	5,0	0,8

Mayda tuyilishi. Romansement iloji boricha mayda tuyilish kerak, chunki qanchalik mayda bo'lsa, shunchalik mustahkam chiqadi. Standartda romansementning maydalik darajasi quyidagicha belgilangan: 021 nomerli elakda ko'pi bilan 5% va 009 nomerli elakda ko'pi bilan 25% (og'irlik hisobida) qoldiqqolishi kerak. Lekin bu dag'al tuyish hisoblanadi. Yanada maydaroq, masalan, 009 nomerli elakda 10-15% qoldiqqoladigan qilib tuyilsa, sement markasini 1,5-2 baravar oshirish mumkin bo'ladi. To'g'ri, bir qator holarda sementni yanada maydalash iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq bo'lmaydi.

Tishlashish muddatlari. Romansement suv bilan qorilganda paytdan kamida 15 min o'tgandan keyin tishlasha boshlaydi, kechi bilan 24 soatda butunlay tishlashib bo'lishi kerak. Romansement qotayotganida hajman qanchalik tekis o'zgarishi bo'yicha sinab ko'rilishi lozim. Sement xamirdan standartga ko'ra asosan kulcha holida yasalgan namunalari sinaladi. Nam havo sharoitida 7 kun saqlangandan so'ng namunalar qaynaganida va suv bug'ida ham yorilmasligi zarur.

Romansementning ishlatilishi. Romansement er usti va ostida zo'riqishi kam konstruksiyalar uchun beton ishlash va devor qurish hamda suvash ishlarida ishlatiladi. Romansementni suv ta'sirida ishlaydigan konstruksiyalar qurishda ham ishlatishga ruxsat etiladi. Ammo buning uchun aqalli dastlabki 7 kunligida suv ta'siridan saqlash kerak bo'ladi. Romansement unchalik mustahkam bo'lmagani uchun temir-beton konstruksiyalarida ishlatilmaydi. Yig'ma qurilishda romansementdan II va III klass binolari uchun devorbop beton toshlar tayyorlashda foydalanish mumkin. Romansement asosan mahalliy qurilishlarga mo'ljallangan. U gidravlik bog'lovchi moddalar nomenklaturasini kengaytirishga yordam beradi va bir qator beton konstruksiyalar ishlab chikarishda portlandsement o'rnida ishlatiladi.

6-bob. Portlandsement

1- §. Tarkibi va klassifikatsiyasi

Erib qovushib qolguncha kuydirilgan klinkerni gips, ba'zi hollarda esa maxsus qo'shimchalar bilan birgalikda tuyishdan hosil bo'lgan gidravlik bog'lovchi modda *portlandsement* deb ataladi. Kuydirish mahsulotida kalsiy silikatlar ko'p bo'ladi (70...80%). Qisman erish natijasida qovushib qotib qolgan mayda-yirik tosh bo'laklar *klinker* deyiladi. Portlandsementni klinker tarkibiga mos keladigan mahsulotning xom ashyo aralashmasini to'la eritish yo'li bilan ham olish mumkin.

GOST 10173-85 va 31108-2003 ga ko'ra portlandsement xossalarini o'zgartirib turish, shuningdek, uning tannarxini kamaytirish maqsadida klinkerga aktiv (gidravlik) va inert mineral qo'shimchalar qo'shishga ruxsat etiladi. Inert qo'shimchalar (ohaktosh, dolomit, kvars qum va boshqalar) miqdori 10% dan, aktiv (trepel, diatomit, trass va boshqalar) qo'shimchalar miqdori esa 15% dan oshmasligi kerak. Biroq gidravlik qo'shimchalar 20% va undan ortiq bo'lishi ham mumkin. U holda maydalangan mahsulot nima qo'shilganiga qarab boshqa, ya'ni qo'shilma sifatida donador domna shlagi ishlatilsa, *shlakportlandsement* deb, tabiiy gidravlik qo'shilmalar ishlatilsa, *putssolan portlandsement* deb ataladi.

Klinkerni tuyayotganda unga odatda ko'pi bilan 3% gips (sulfat kislota anhidridiga nisbatan hisoblaganda) qo'shiladi. Bu bilan sementning tishlashish muddati uzaytiriladi. Bu esa uning xossalariga yaxshi ta'sir qiladi .

Shunday qilib, portlandsement klinker, gidravlik (yoki inert) qo'shilma va gips aralashmasidan iborat. Bundan tashqari unda oz miqdorda — 1 % gacha boshqa moddalar, masalan, sement sifatini bo'zmaydigan, ammo uning yaxshiroq maydalanishiga yordam beradigan intensifikatorlar (qurum, ko'mir) ham bo'lishi mumkin. Zamonaviy qurilishda portlandsement va uning turlari asosiy material bo'lib hisoblanadi, undan turli bino va inshootlarni kurish uchun zarur bo'lgan beton va temir-beton konstruksiyalar yasalmogda.

Sement sifati borgan sari yaxshilanmoqda, uning mustahkamlik kursatkychlari ortmoqda. Portlandsementning o'rtacha markasi 500 dan (GOST 310—85) ortib ketdi, sement turlari ham ko'paymoqda, bir qator maxsus sementlar chiqarilmoqda.

2- § Klinker va uning kimyoviy hamda mineralogik tarkibi

Shuni nazarda tutish kerakki, hamma qo'shilmalar portlandsement xossalarini qisman o'zgartiradi. Uning asosiy sifat ko'rsatkichlari (mustahkamligi, chidamliligi, mustahkamlanish tezligi) asosan klinker sifatiga bog'liq. Portlandsement klinkeri odatda qovushib pishgan holdagi o'lchamlari 10...20 mm dan 50...60 mm gacha mayda va yirik donalar (kesak yoki bo'laklar) ko'rinishida olinadi. Qovushib pishgan klinker o'zining mikrostrukturasiga ko'ra murakkab zarrachasimon turli kristallar va qisman shishasimon mahsulotlar aralashmasidan iborat. Klinker sifati asosiy oksidlar miqdori (kimyoviy tarkibi bo'yicha), mineralogik tarkibi va asosiy oksidlarning o'zaro nisbatiga qarab baholanadi.

Kimyoviy tarkibi. Klinkerning kimyoviy tarkibi katta chegarada o'zgarib turadi. Portlandsement klinkerini ishlab chiqarish uchun xom ashyo materiallari sifatida gil va ohaktosh jinslar ishlatiladi. Gil jinslar turli moddalar (minerallar) dan tashkil topgan. Ularda asosan 3 ta oksid bor: SiO_2 , Al_2O_3 va Fe_2O_3 . Ohaktoshlar asosan kalsiy karbonatdan iborat. Kalsiy karbonat esa ikki oksid-SaO va SO_2 dan iborat. Klinker kuydirilganda SO_2 gazi ajraladi; CaO , SiO_2 , Al_2O_3 va Fe_2O_3 asosiy oksidlar bo'ladi va asosiy klinker minerallarini hosil qiladi.

Klinker tarkibida bu asosiy oksidlar bilan bir qatorda sement sifatiga ma'lum darajada ta'sir ko'rsatuvchi oksidlar ham bo'lishi mumkin. Bular odatda magniy oksid (MgO), ishqorlar (Na_2O va K_2O), titan ikki oksid (TiO_2), fosfor angidrid (P_2O_5) va sulfat kislota angidridi (SO_3) dir. Portlandsement tarkibidagi asosiy va qo'shimcha oksidlar miqdori quyidagicha bo'ladi :

CaO -63...67%; SiO_2 -21...24%; Al_2O_3 -4...8%; Fe_2O_3 -2...4% ; MgO -0,5...5%;
 SO_3 -0,3...1%; Na_2O va K_2O - 0,4...1%; TiO_2 va Cr_2O_3 -0,2...0,5%; R_2O_5 -
0,1...0,3%.

1450°C temperaturada kuydirilgan erkin magniy oksid suv ta'sirida so'nish qobiliyatini yuqotmasa ham, u juda sust so'nadi. Uning so'nish jarayoni qotib qolgan sementtoshda ham davom etishi mumkin. Natijasida qorishma va beton yoriladi. Bunday xavfli holning (sement hajmining notekis o'zgarishining) oldini olish uchun portlandsement tarkibidagi erkin magniy oksid miqdori standart tomonidan chegaralanadi va 4,5% dan - oshmasligi zarur¹.

Portlandsementda kaliy va natriy oksidlar bo'lmasa yaxshi, chunki ular portlandsementning tishlashish muddatiga ta'sir qiladi. Bundan tashqari, ishqorlar betonda to'ldirgichlar bilan (to'ldirgich tarkibida amorf qumtuproq bo'lsa) o'zaro kimyoviy ta'sir etishishi mumkin. Natijada qotgan betonning darz ketishiga sababchi bo'ladigan natriy va kaliy silikatlar hosil bo'ladi. Bu reaksiya atrof-muxitda etarlicha nam bo'lsa xam juda tez ketadi. Shu sababli gidrotexnik betonlar uchun sement va to'ldirgichlar tanlanayotganda sementda qancha ishqor borligi hisobga olinishi lozim va to'ldirgichlar shu jumladan amorf qumtuproq (opal, kremniy, slanets va boshqalar)dan qancha borligi aniqlanadi. Bundan tashqari, portlandsementda ko'p miqdorda ishqoriy metall oksidlar bo'lsa, beton yuzasida sho'r dog'lar hosil bo'lishi mumkin.

Standartga ko'ra, portlandsement tarkibidagi ishqor istalgan miqdorda bo'lishi mumkin, ammo gidrotexnik betonlar uchun 0,6% dan, er usti konstruksiyalarini qurishda ishlatiladigan qorishma va betonlar uchun esa 1% dan ortiq ishqori bo'lgan portlandsement ishlatish tavsiya etilmaydi. Sementda 4% gacha titan ikki oksid bo'lsa, u sement sifatiga yomon ta'sir qilmaydi. Ammo TiO₂ juda ko'payib ketsa, sementning mustahkamlik ko'rsatkichlari pasayadi.

Fosfor angidrid 1,5...2% dan ortsa, portlandsementning qotish jarayoni sekinlashadi (sulfat kislota angidridi portlandsement texnik xossalariga qanday ta'sir qilishi xakida quyida gapiriladi).

¹ Айрим заводларда ишлаб чиқарилаётган портландцемент таркибида магний оксидининг миқдори 6% гача рухсат этилади. Аммо бундай портландцемент автоклавда 2,0 МПа буғ босими остида қотаётган ҳажмий текис ўзгариши албатта синаб кўрилиши лозим.

Mineralogik tarkibi. Portlandsement klinkeri ko'p fazali, yarimkristall material bo'lib, klinkerda kalsiy yuqoriasosli silikatlar, alyuminatlar va alyumoferritlarini hosil qilinishini ta'minlovchi xomashyo aralashmalarini pishishi natijasida olinadi. Portlandsement klinkerining mineral tashkil etuvchilarining tuzilishi tarkibining va xomashyo aralashmasining tuyilish mayinligining, kuydirish va sovitish rejimining, gaz muhiti xususiyatining, xomashyo komponentlarining va h.k. funksiyasidir. Klinker minerallarining xossalari xomashyoda mavjud bo'lgan (K_2O, Na_2O, MgO, SO_3 aralashmalar) va ikkinchi darajali ($P_2O_5, TiO_2, Cr_2O_3, Mn_2O_3$ va h.k.) oksidlarning ta'siri bilan keng chegaralarda o'zgaradi. Yuqorida ko'rsatib o'tilgan to'rtta oksid (CaO, SiO_2, Al_2O_3 va Fe_2O_3) portlandsement klinkerida birikib kalsiy silikat, kalsiy alyuminat va kalsiy alyumoferritlarini hosil qiladi. Sement klinkerining shlifi mikroskop orqali ko'rilganda u asosan kristalik strukturali kalsiy silikatlardan iborat. Kalsiy silikatlar oraligida *shishasimon amorf oraliq moddalar* deb ataluvchi *alyuminat* va *alyumoferritlar* joylashadi. Portlandsement xossalari ana shu minerallar miqdoriga bog'liq.

Portlandsement klinkerining asosiy minerallari quyidagilar:

Uch kalsiyli silikat (alit) — $3CaO \cdot SiO_2$ yoki C_3S .

Ikki kalsiyli silikat (belit) — $2CaO \cdot SiO_2$ yoki C_2S .

Uch kalsiyli alyuminat — $3CaO \cdot Al_2O_3$ yoki C_3A .

To'rt kalsiyli alyumoferrit (selit) — $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ yoki C_4AF .

Normal tarkibli portlandsement klinkerida asosiy minerallarning protsent miqdori quyidagicha bo'lishi mumkin:

C_2S —45...60%; C_2S —15...37%; C_3A —7...15%; C_4AF —10...18%.

Ishlab chiqarish sharoitlarida CaO ni yuqorida ko'rsatib o'tilgan minerallar ko'rinishida batamom biriktirish qiyin. Shuning uchun klinker tarkibida erkin, birikmagan holda biroz CaO qolishi mumkin. Klinkerda erkin CaO bo'lsa, u portlandsement xossalariга magniy oksidga nisbatan xavfliroq ta'sir ko'rsatadi, ya'ni u hajmiy juda notekis o'zgaradi. Erkin CaO sement toshini buzib yubormasligi uchun

klinkerni tuyishdan oldin erkin CaO havodagi nam ta'sirida so'nib ulguradigan qilib ma'lum vaqt omborlarda etiltiriladi. Shunda klinker birmuncha yumshaydi va uni tuyish osonlashadi. Hozirgi vaqtda ishlab chiqarishni avtomatlashtirish munosabati bilan klinker etiltirib o'tirilmaydi, ishlab chiqarish ancha mukammal tashkil etiladi. Portlandsementning asosiy texnik xossalari klinker tarkibida muxim minerallardan necha protsent borligiga bog'liq. Shuning uchun klinkerning mineralogik tarkibiga qarab, portlandsement kuyidagi turlarga bo'linadi:

alit portlandsement tarkibida 60% dan ortiq, $C_3S:C_2S$ nisbat esa 4 dan katta;

belit portlandsement tarkibida 37% dan ortiq ikki kalsiy silikat bor, $C_3S:C_2S$ nisbat 1 dan kam;

alyuminat portlandsement tarkibida 15% dan ortiq. C_3A miqdoriga qarab sementlar oz alyuminatli (C_3A dan 5% gacha), o'rtacha alyuminatli (5...9% C_3A) va ko'p alyuminatli (C_3A 9% dan ortiq) sementlarga bo'linadi;

alyumoferrit (selit) portlandsement, tarkibidagi to'rt kalsiy alyumoferrit 18% dan ortiq.

Strukturasi va tarkibiga ko'ra klinker g'ovakli (20–30 %) ko'p fazalardan bo'ladi va qattiq – suyuq fazali pishish bosqichlari bilan o'tuvchi murakkab jarayonlar natijasida qattiq fazalarning mayda zarralarini agregatlanish yo'li bilan hosil qilinuvchi pishgan granulalar shakliga ega bo'ladi. Klinkerning mineralogik tarkibini tavsiflash fazalarning nostexiometrikligi va bir jinsli emasligi, klinker hosil bo'lish jarayonlarining tugallanmaganligi, alohida fazalarning kimyoviy tarkibining o'zgarmas emasligi va ularning polimorfizmining murakkabligi sababli juda qiyindir. Klinker asosini tashkil etuvchilari alitli va belitli fazalar bo'lib, uch kalsiyli alyuminat va alyumoferritlarning qattiq eritmalaridir. Bunda alitli va belitli fazalar miqdori (tarkibi bo'yicha yuqori asosli kalsiy silikatlari asosidagi qattiq eritmalaridan iborat) ustunlik qiladi.

Yuqori asosli kalsiy silikatlarining jami miqdori klinkerda 75–85 % bo'lgan miqdorni tashkil etadi. Klinkerning silikatli fazalari sementning asosiy mustahkamligini hosil qiladi (uning gidravlik faolligini). Uch kalsiyli alyuminat va

alyumoferritli tashkil etuvchilarni mineral eritmalar deb ataladi va ularning muvofiq ravishda kuydirish jarayonida o'z o'rnini bor. Mineral – eritmalarining miqdori 15–25 % chegarasida o'zgaradi. Kam miqdordagi mineral eritmalarga ega bo'lgan klinkerlar qiyin eruvchanligi bilan tavsiflanadi va kuydirish agregatlarining unumdorligini pasaytirib, yoqilg'i sarfini ko'paytiradi.

Portlandsement klinkerining uchkalsiyli silikati va alit fazasi

Alit — portlandsementning yuqori mustahkamligi, tez qotuvchanligi va boshqa qator xossalarini ta'minlovchi klinkerining muhim silikat mineralidir. Uning miqdori klinker tarkibida 45...80%. Hozirgi kunda uni uch kalsiy silikatning kam miqdordagi MgO , Al_2O_3 , P_2O_5 , Sg_2O_3 va boshqalar bilan qattiq eritmasi deb hisoblanadi. C_3S tarkibida bu moddalarning miqdori kam bo'lishiga (2...4%) qaramay, ular C_3S ning struktura va xossalariga ma'lum darajada ta'sir ko'rsatadi

CaO-SiO_2 sistemasida uchkalsiyli silikat– $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2(\text{Ca}_3\text{SiO}_5)$ muhim birikma hisoblanadi. Uch kalsiyli silikat murakkab polimorfizm xususiyatiga ega bo'lib, 1100 °C haroratgacha bo'lgan oraliqda etti turdagi polimorf shakllarda kristallanadi:

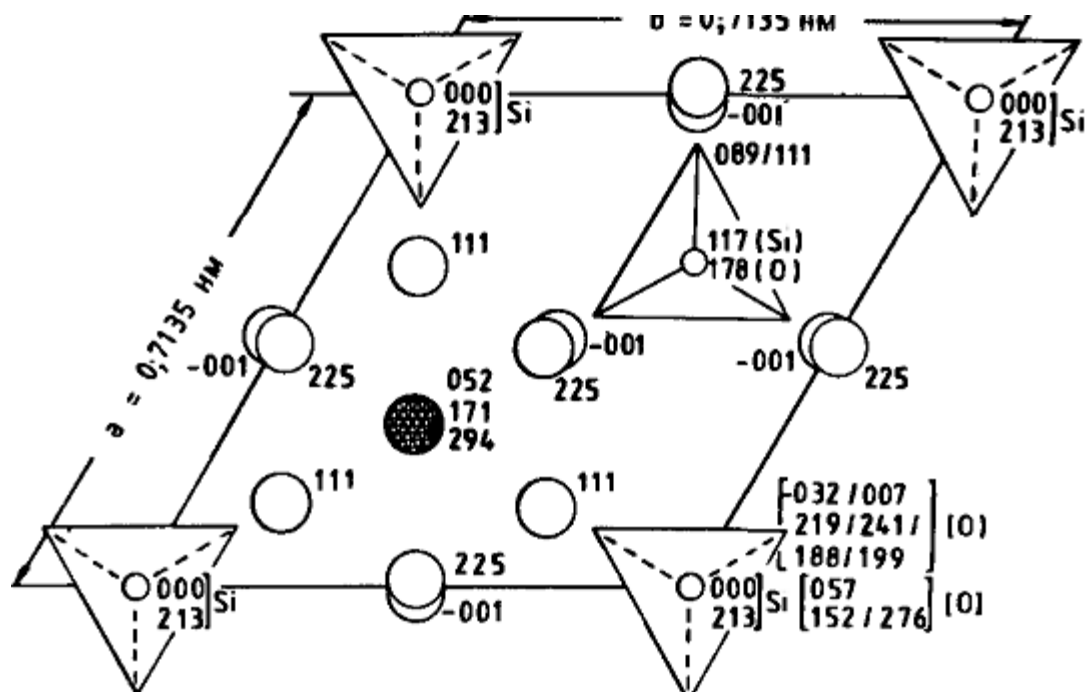
Uch kalsiyli silikatning barcha modifikatsiyalari trigonal panjaraga juda yaqin bo'lgan kristall panjaralar hosil qiladi. C_3S ning shakldan-shaklga o'tishini o'rin almashinishga taalluqli deb tushunilsa bo'ladi. Strukturalar shunchalar o'xshashki, dastlabki koordinatsion bog'larni buzmasdan turib bir shaklni boshqa shaklga aylantirish uchun atomlar holatini bir ozgina o'zgarishning o'zi kifoyadir. O'zgarishlar bilan birga kechuvchi termik effektlar juda ham kam bo'lib, 250 kal/mol miqdorini tashkil etadi. Uch kalsiyli silikat 1250 °C dan past haroratlarda barqaror bo'lmay, uzoq davom etuvchi termik ishlovda C_2S va CaO ga parchalanadi. Parchalanish 1250 °C dan ortiq haroratlarda pishish asoratlaridan chetlab o'tilishi uchun tez sovitish tavsiya etiladi. Ingliz olimlarining (*Uelch va Gatt*) izlanishlari orqali shu fikr tasdiqlandiki, ilgari hisoblanganidek C_3S 1900 °C haroratda parchalanmaydi, balki 2070 °C haroratda CaO va suyuqlik hosil qilish bilan inkongruent tarzda eriydi. Gattning keyingi izlanishlari natijalari uni yuqori barqarorligi va 2150 °C haroratda parchalanish haqida guvohlik beradi. Uch kalsiyli

silikatni kristall panjarasining tuzilishi o'ta murakkabligi bilan farqlanadi, shuning uchun C_3S strukturasi xanuzgacha uzil-kesil ochilmagan. Strukturaning o'ziga xos xususiyati – kalsiy atomlarining tartibsiz muvofiqlanishi va ularda boshqa atom aralashmalarning joylashishi uchun bo'shliqlar mavjudligidir. C_3S kristall panjarasi tetragonal o'qlarda joylashuvchi $[SiO_4]^{1-4}$ mustaqil tetraedrlaridan tashkil topadi. C_3S strukturasi bir-biri bilan kalsiy ionlari orqali bog'lanuvchi ikki asosiy dalil mavjud, ya'ni struktura elementlari orasida ion bog'lanish mavjud bo'lib, murakkab ionlar strukturaning asosiy elementlari bo'lib hisoblanadi. Bunday murakkab ionlardan biri ortosilikatlar uchun xos bo'lgan, kalsiy ionlari orqali bog'langan orolsimon tetraedrlar ko'rinishida bo'ladi (rasm 17). Ushbu dalil asosida ko'rsatilgan C_3S strukturasi bir qismi nihoyatda zich tarzda o'raladi. Ca-O masofa $2,35 \text{ \AA}$ tashkil etadi. Yana boshqa bir dalilga ko'ra, kremnekislorodli tetraedrga tegishli bo'lmagan kislorod ionlarini kalsiy ionlari bilan bog'lanishidir. Kislorodning bunday «erkin» ionlarining mavjud bo'lishi C_3S ning o'ziga xos xususiyatlari hisoblanadi. Bu ionlar kalsiy bo'yicha 6 bo'lgan koordinatsion songa ega. Kislorodning koordinatsion ko'p oyoqligi bo'lmish oktaedr C_3S strukturasi buzilgan. Kalsiy ionlari kislorod ioni atrofida shunday tarzda joylashganki, ulardan beshtasi bir yarimsferada, bittasi esa – boshqasi ichidadir, va bu kristall panjara ichidagi elektr maydoni taqsimlanishi buzishi lozim. Panjara ichidagi bo'shliqlar $2,8 \text{ \AA}$ gacha bo'lgan o'lchamga ega, bu esa struktura bo'shliqlari ichiga Ba^{2+} , Mg^{2+} , OH^- kabi ionlarining kirishi uchun etarlidir.

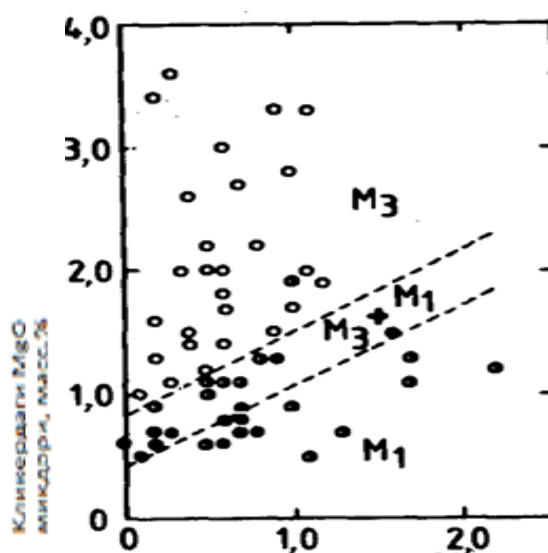
Portlandsement klinkerlarida uchkalsiyli silikat asosidagi qattiq eritmalar klinkerning alit fazasini hosil qiladi. Portlandsement klinkerlari tarkibida alit fazasining miqdori 50–70 og'irlik % oralig'ida o'zgaradi. Alit sanoat klinkerida monoklin, trigonal tarzda yoki monoklin va trigonal modifikatsiyalar aralashmasidan iborat bo'lishi mumkin. Ba'zi sekinsovitiluvchi mahsulotlarda alitning – TII triklinli shakli mavjud bo'ladi. TI – shakl klinkerlarda uchramaydi. Ba'zi klinkerlarda R-shaklning mavjud bo'lishi mumkin. Alitlarning C_3S nisbatlari bo'yicha ko'p ishlar mavjud bo'lsada, alit fazasining portlandsement klinkerlaridagi maydoni to'liq

aniqlangan emas. Elektron mikroskopii yordamida bajarilgan izlanishlar alitli fazaning tarkibi o'zgarmas emasligi, va MgO va Al_2O_3 dan tashqari temir, kaliy, natriy, fosfor, titan, xrom, marganets ionlari hamda sulfat-ionlari va o'rin almashinuvchi qattiq eritmalar kabi strukturasida uchkaltsiyli silikat hosil qiluvchi boshqa element ionlaridan iborat ekanligi aniqlandi. Bunday ionlarning C_3S kristall panjarasiga kirishi uni tartibsiz holatga keltiradi, va bu alitning gidravlik faolligini kuchayishiga olib kelishi mumkin. Bunday effektni bog'lovchi moddalar texnologiyasida «legirlovchi» deb yuritiladi, legirlash amalidan esa klinkerlarning gidravlik faolligini ko'tarish usuli kabi foydalaniladi. Laboratoriya izlanishlari shuni ko'rsatadiki, alit fazasini sintezlash haroratidan boshlab sekinlikda sovitish hosil bo'lgan mahsulotni gidratatsiya chog'ida mustahkamligini pasayishigava issiqlik ajralishini pasayishiga olib keladi. Suningdek, alitning yuqori haroratli modifikatsiyalari, qoidaga ko'ra past haroratli modifikatsiyaga nisbatan ko'proq faol ekanligi aniqlangan. Shuning uchun yuqori sifatli sement klinkeri olish uchun alitning yuqori haroratli trigonal yoki monoklinli shakllarini barqarorlashtirish maqsadida klinker tezlikda sovutilishi lozim.

Alit kristallar odatda olti oyoqlik yoki to'g'ri burchaklik shaklda bo'ladi. Uning zichligi $3,15 \text{ g/sm}^3$. Toza C_3S $1200\ldots1250^\circ\text{C}$ dan $1900\ldots2070^\circ\text{C}$ gacha harorat oraliqda barqaror bo'ladi. Bu temperaturadan pastda C_3S — C_2S va CaO gah. 2070°C dan yuqorida esa C_3S eriydi. Pastki temperatura chegarasi amaliy ahamiyatga ega, chunki klinker sanoat pechida sovish zonasiga o'tib soviyotganida bir oz vaqt $1200\ldots1250^\circ\text{C}$ chegarada turib qoladi, bu esa C_3S ning parchalanishiga olib keladi va demak, klinker sifatini yomonlashtiradi. Odatdagi temperaturalarda o'ta sovish sababli klinker parchalanmaydi.



17-Rasm. Nish iva *Taksuchi* ma'lumotlariga ko'ra, C_3S ning modifikatsiyasi romboedrik kristall reshetka (R) qo'rinishida. Rasmda qo'rsatilgan kalsiy atomlari (shtrixlanmagan katta kruglar), kremniy atomlari (shtrixlanmagan kichik kruglar), kislorod ionnlari (shtrixlangan katta kruglar) va kislorodli tetraedrlar (uch burchaklar)



Klinkerdagi SO_3 miqdori, mass. %

18-Rasm. Klinkerdagi MgO ning SO_3 ning miqdoriga nisbati .

Portlandsementning mustahkamligiga va boshqa xossalriga klinkerdagi alit kristallarining shakli (o'lchami, klinker bo'ylab turli o'lchamdagi kristallarning taqsimlanishi, kristallanish darajasi va boshqalar) ham ancha ta'sir ko'rsatadi. Petrografik taxlillarning ko'rsatishicha, 600...700 markadagi portlandsementni tayyorlash uchun klinker tarkibidagi turli o'lchamli alit kristallarning orasida asosan o'lchami 3...20 mkm yiriklikdagi kristallar ko'proq bo'lishi kerak. Bundan tashqari, kristallar to'g'ri prizmatik yoki geksagonal shaklda bo'lishi ma'kul (Yu.M.Butt, V.V.Timashev).

Xom ashyo tarkibidagi mavjud yoki maxsus xom ashyo aralashmasiga kiritiladigan FeO , MgO , CaSO_4 , CaF_2 , R_2O_5 , TiO_2 , Sg_2O_3 , MnO , Fe_2O_3 kabi qo'shilmalar portlandsement mustahkamligiga ijobiy ta'sir etishi aniqlangan. Kuydiriladigan xom ashyo aralashmalari tarkibida 0,1...0,5% miqdorda yuqorida aytilgan qo'shilmalarning bo'lishi alitning kristallanishiga legirlovchi modda sifatida ta'sir ko'rsatadi, bu esa sementlarning aktivligini oshirishga imkon tug'diradi. Ammo bu qo'shilmalarning ta'sir qilish mexanizmi yaxshi aniqlanmagan. M.M.Sichev, Yu.M.Butt, V.T.Timashev taxminicha, bunday moddalar sement klinkerini pishirishda alit kristallarining juda qulay struktura va o'lchamlarda hosil bo'lishiga imkon berib, boshqa kam mustahkamlik beradigan minerallarni hosil qilmaydi. Portlandsement klinkerida hosil bo'ladigan alit tarkibini quyidagi formula bilan ifodalash mumkin:

$54\text{CaO} \cdot 16\text{SiO}_2 \cdot \text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ Bog'lovchi materiallar texnologiyasi uchun eng muhim sistemalardagi fazaviy muvozanatlar to'g'risidagi ba'zi ma'lumotlarni ko'rib chiqamiz.

CaO – SiO₂ sistemasi. CaO – SiO₂ sistemasida quyidagi silikatli fazalar hosil bo'ladi:

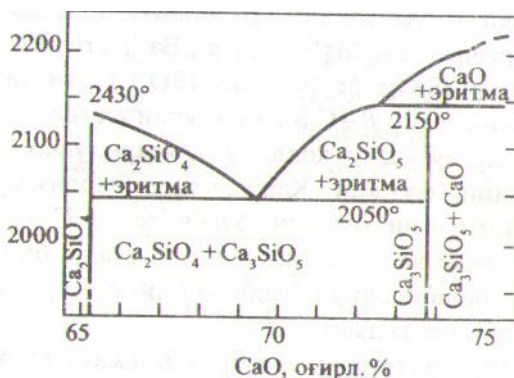
$3\text{CaO} - \text{SiO}_2 (\text{C}_3\text{S}),$

$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 (\text{C}_2\text{S}),$

$3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 (\text{C}_3\text{S}_2),$

$\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 (\text{CS}).$

Bulardan faqat oldingi ikki birikma bog'lovchilik xususiyatiga ega. Hozirgi vaqtda qabul qilingan $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ sistemasining holat diagrammada ko'rsatilgan (19-rasm).



19-Rasm. $\text{CaO}-\text{SiO}_2$ cistemaning yuqori asosli soxasi

Diagrammada yuqori haroratlarda C_3S birikmasining holatini aniqlovchi va C_3S ning inkongruent tarzda 2150°C haroratda erishini ko'rsatuvchi *Uelche* va *Gattlarning* ma'lumotlari berilgan. Uch kalsiyli silikat bir necha polimorf modifikatsiyalar ko'rinishida mavjud bo'la oladi. Amaliy nuqtai nazardan klinkerhosil bo'lish haroratida barqaror bo'lgan, trigonal shakldagi C_3S aralashmaning erish masalasi juda muhimdir, chunki aynan shu shakl portlandsement klinkerining «alitli» fazasini hosil qiladi. Sovush jarayonida alit polimorf o'zgarishlarni boshidan kechirishi va klinkerlarda past simmetrik modifikatsiyalarni hosil qilishi mumkin. $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$ sistemasida uch kalsiyli silikat o'zida Al_2O_3 va CaO tutuvchi qattiq eritma ko'rinishida mavjud bo'ladi, Bunda Al_2O_3 ning har bir molekulasi C_3S qattiq eritmasida 4,5 CaO molekulasiga to'g'ri keladi. 1475 °C dan past haroratda ($\text{C}_3\text{S} - \text{CaO} - \text{C}_3\text{A}$ invariant nuqtasining harorati) C_3S qattiq eritma C_3A va CaO bilan muvozanatda bo'ladi; 1475 °C dan ortiq haroratda u CaO va suyuqlik bilan birgalikda mavjud bo'ladi. Klinkerdagi alitning makrorentgenospektr tahlili uning tarkibida 0,2 dan 1,2 % gacha Al_2O_3 borligini ko'rsatadi. C_3S ning parchalanishi sababli qattiq eritmalar 1250°C dan past bo'lgan haroratlarda metastabildir

Portlandsement klinkerining ikki kalsiyli silikati va belit fazasi

Belit—portlandsement klinkerining ikkinchi asosiy minerallaridir. U alitdan dastlabki kunlarda sekin qotishi bilan farqlanadi. Uning asosiy mustahkamligi bir yil yana beshinchi polimorf formasi β^1 — C_2S atrofida to‘planadi. Bu mustahkamlik alitning mustahkamligiga yaqin. Ikki kalsiyli silikat, alit singari kam miqdordagi qo‘shimchalar (1...3%) bilan qattiq eritma hosil qilib belitga aylanadi. Bunday qo‘shimchalarga Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Sg_2O_3 va boshqalar kiradi. Ikki kalsiyli silikatning to‘rtta polimorf formasi borligi aniqlangan: β — C_2S ; α — C_2S ; α^1 — C_2S ; γ — C_2S .

Erish xarorati 2130...1425°C chegarada α — modifikatsiya barqaror bo‘ladi, bu temperaturalardan pastda α^1 —formaga o‘tadi. Sanoat klinkerlarida α — modifikatsiyani barqarorlashtirish kiyin bo‘lgani uchun u kam uchraydi, α^1 — C_2S 1425...830°C temperaturada barqaror. Bundan past temperaturada, sekin sovitish sharoitida toza α^1 — C_2S turi past temperaturada barqaror bo‘lgan γ — C_2S formaga o‘tadi. α^1 — C_2S tez sovitilganda 670 °C gacha hamma temperaturada barqaror bo‘lmagan va γ - C_2S ga aylanishga moyil bo‘lgan β - C_2S formaga o‘tadi. Ammo bu jarayonning ketishiga β - C_2S kristall qo‘rinishida kam miqdorda (1...3%) kirib qolgan qo‘shimchalar xalaqit beradi. Barqarorlashtiruvchi qo‘shimchalar rolini Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , Na_2O , K_2O va Sg_2O_3 hamda boshqalar bajaradi. Shu bilan birga, β - C_2S ning barqarorligini oshiruvchi faktor bo‘lib, uni oddiy (xona) temperaturasigacha sovitish xizmat qiladi. Amaliy jihatdan β -shaklni γ modifikatsiyaga o‘tishi va portlandsement klikerining «belitli» fazasini hosil qiluvchi gidravlik faol bo‘lgan β -shaklning barqarorlashuv shartlari muhim ahamiyatga ega. Portlandsement klinkerining belit fazasining rentgenogrammasi C_2S ning β -modifikatsiyasi rentgenogrammasiga o‘xshashdir, biroq ular o‘rtasida farq ham mavjud – ya’ni ba’zi difraksion maksimumlarning kengayishi va siljishi kuzatiladi. C_2S panjarsida Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+ , Ba^{+2} , Cr^{+3} , Mn^{+2} kabilar bilan almashinishi $(SiO_4)^{-4}$ guruhi esa $(RO_4)^{3-}$ yoki $(SO_4)^{2-}$ ga almashinishi mumkin. Agar β – C_2S anion o‘rni almashinishi hisobiga barqarorlashgan bo‘lsa, u holda u qaytariluvchi sharoitlarida barqaror

bo'lishi mumkin. Qaytarilish sharoitlarida $\text{Fe}^{+2}, \text{Ca}^{+2}$ o'rnini almashtirishi mumkin. Ushbu holda C_2S ning β -shakli barqaror bo'lmaydi va γ – modifikatsiyaga o'tadi, bu klinkerni sochilib ketishi bilan sodir bo'ladi va uning gidravlik faoliyatini pasayishiga olib keladi.

Portlandsement klinkerlarida ikki kalsiyli silikat (belit fazasi) asosidagi qattiq eritmalar miqdori odatda 20–25 % ni tashkil etadi. Ikki kalsiyli silikat g'oyatda murakkab polimorfizm xususiyatiga ega. Xona haroratidan 1500°C gacha bo'lgan oraliqda beshta kristall shakllar mavjud bo'lishi mumkin: $\text{C}_2\text{S} - \alpha\text{I } \alpha\text{N I}, \alpha\text{Z I}, \beta$ va γ va bularning barqarorlik oralig'i qizdirish va sovitishda turlicha bo'ladi.

Xona haroratida γ – modifikatsiya barqarordir. Ikki kalsiyli silikatning polimorf o'zgarishlari ustida Nizel va Tormann tomonidan izlanishlar olib borilgan bo'lib, ular ilgari (1950 y) Bredig tomonidan taklif qilingan sxemaga yanada aniqlik kiritdilar. Ushbu o'zgarishlar $[\text{SiO}_4]^{4-}$ tetraedrlarining aylanishi bilan va kalsiy atomlarining sezilarli tarzda siljishi bilan belgilanadi. 600°C dan past haroratlarda kuzatiluvchi $\beta \rightarrow \gamma$ o'tishida hajm o'zgarishi ancha sezilarli (13 %) bo'lib, β – modifikatsiyalarning pishiq namunasini C_2S -shaklning β - va γ aralashmasi tarzida bo'lgan juda mayin kukunga (30–40 mm) aylanishi bilan parchalanishiga olib keladi. Ushbu hodisa «silikat parchalanish» deb nom olgan. Portlandsement klinkerlarida $\beta \rightarrow \gamma$ belit fazasining o'zgarishi ularning gidravlik faolligining pasayishi sababli noxush va zararlidir, chunki ikki kalsiyli silikatning γ -modifikatsiyasi suv bilan ta'sirga kirishganda normal sharoitlarda qotmaydi.

Qoidaga ko'ra klinkerlarni kuydirish va sovitish shart-sharoitlari ikki kalsiyli silikatning β -shaklini barqarorligini ta'minlaydi. Bunda barqarorlashtirish ikki kalsiyli silikatning kristall panjarasidagi turli ionlarning qattiq eritmalarining hosil bo'lishi hisobiga bo'lgani kabi γ -shaklning hosilalarini izolyasiyalanishi hisobiga amalga oshadi.

Ikkikalsiyli silikatning β -shaklini barqarorligini ta'minlash maqsadida va gidravlik faolligini oshirish uchun klinkerlar keskin sovutilishi lozim. Aylanma pechlarning sovutgichlarida bu jarayon yuqori bosimda (500–700 mm.suv.us.) havo

beruvchi ventilyatorlar yordamida «o'tkir purkash» – bilan sovuq havo berish orqali ta'minlanadi. Pech ichidan (1200–1100°C haroratda) chiquvchi klinker, panjara ustida «qaynovchi qatlam» hosil qilinishiga ko'ra biryo'la 300–400 °C ga soviydi. β -C₂S ning kristallokimyoviy barqarorlashuvi klinkerni kuydirish jarayonida ikki kalsiyli silikatning kristall panjarasiga xomashyo komponentlarida mavjud bo'lgan aralashma oksidlarining turli ionlarining bir vaqtning o'zida kirishi hisobiga amalga oshadi. β -modifikatsiyaning barqarorlashtiruvchilariga: Na₂O, K₂O, MgO, BaO, Al₂O₃, Fe₂O₃, P₂O₅, Cr₂O₃, Mn₂O₃ kabi oksidlar kiradi(jadval 18).

Ikki kalsiyli silikat uchun, uch kalsiyli silikat uchun bo'lganidek stexiometriyaning buzilishi qayd etilgan. Strukturada kalsiy oksidining ortiqcha miqdori paydo bo'lishining taxminiy sababi deb o'xshash tekisliklar bo'yicha strukturalarning mikroepitaksial tarzda o'sishi hisoblanadi. Ionlarning ba'zilari, masalan, Fe²⁺ ioni, $\beta \rightarrow \gamma$ modifikatsiyaga o'tishini kuchaytiradi, ya'ni nobarqarorlashtiruvchi sifatida maydonga chiqadi. Suning uchun klinkerlarni kuydirishni oksidlanish muhitida olib borilishi lozim. Ikki kalsiyli temirning birmuncha miqdori, yuqori haroratda (1400–1450 °C) kuydirishda ushbu yuqori harorat ta'sirida uch valentli temir birikmalarining termik dissotsiatsiyasi oqibatida hosil bo'ladi. Ushbu omil ta'siri ostida hosil bo'luvchi temir (II) oksid shaklining ionlari miqdori odatda u qadar ko'p bo'lmay (0,05–0,10 og'irl. %) yuqorida bayon etilgan zararli oqibatlarni keltirib chiqarmaydi, biroq klinkerni kuydirish haroratini 1500 °C dan yuqoriga ko'tarilishi termik parchalanishni jadallashtiradi, silikat parchalanishni tezlashishiga va klinker faolligini pasayishiga olib keladi

Ikkikalsiyli silikatning polimorf o'zgarishlar issiqligi $\alpha \rightarrow \alpha I \rightarrow \beta \rightarrow \gamma$ o'zgarishda sovitish chog'ida DTA egri chiziqlar grafigida ekzoeffekt ko'rinishida qayd etiladi. O'zgarishlar entalpiyalari $\beta \rightarrow \gamma$ o'zgarish uchun 1460 kkal/mol va $\gamma \rightarrow \alpha z I$ o'zgarishi uchun 3400 dan 2600 kal/mol miqdorni tashkil etadi.

Ikki kalsiyli silikatning β va γ -modifikatsiyalarining gidravlik faolliklari orasida keskin farq mavjudligi munosabati bilan gidravlik faol bo'lgan β -shaklini barqarorlashtirish masalalari klinker texnologiyasi uchun katta ahamiyatga ega.

Chunki, shakl o'zgarish hosilalarning hosil bo'lishi va o'sishi bilan, o'zgarish sodir bo'luvchi C_2S ning β -shakli zarrachalar o'lchami, sovitish tezligi va harorat kabi omillar o'zgarishning borishiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. C_2S ikki kalsiyli silikatning β -shakli normal haroratda barqaror bo'luvchi kristallarining kritik o'lchami 5 mkm tashkil qiladi.

Shunday qilib, C_3S va C_2S oddiy temperaturada termodinamik nuqtai nazaridan barqaror bo'lmagan birikmalardir. N.A.Toropov, M.M.Sichev va boshqalarning fikricha bu moddalarning suv bilan reaksiyaga kirishish aktivligiga ham shu sabab bo'ladi.

β - C_2S formaning γ - C_2S ga aylanishida umumiy hajmi 10 % ga ortadi. Shuning uchun material donalarining yorilishi va kukunga aylanishi ko'zatiladi, γ - C_2S 100 °C gacha temperatura muxitida deyarli suv bilan reaksiyaga kirishmaydi. Shuning uchun u bog'lovchilik xususiyatlarini namoyon qilmaydi. Faqat nam issiq sharoitda ishlov berilganda u bog'lovchilik xususiyatlarini namoyon qiladi. β - C_2S ning zichligi 3,28 ga teng, γ - C_2S niki esa 2,97 g/sm³.

Belitning gidravlik aktivligi, alit kabi kristallarning tuzilishi, kristallarning o'lchami, zichligi, yoriqlar va qo'shimchalarning strukturasiga (kirib qolganligiga) bog'liq. Tojdor, chetli dumaloq, zich strukturali, o'rtacha o'lchamlari 20...50 mkm bo'lgan belitli sementlar yuqori mustahkamlikka ega. Kristallarning tezdan parchalanishi tufayli katta sathni hosil qiluvchi sistemalar sementlarning gidravlik aktivligini oshiradi.

18-Jadval

Ikki kalsiyli silikatlar polimorf o'zgarishlarining kristallografik ma'lumotlari

Polimorf gurux	Izox	Yacheykaning parametrlari, nm				Tevarak atrof guruxi	O'qlar nisbati	z
		A	b	C	burchak*			
	1	0,5579		0,7150	$\gamma=120^\circ C$	R31s	-ac	2
	2	0,949	0,559	0,685		Pcmn	abc	4

	3	(/3. 0,548) 2,0871 3.0,6957	0,9496	0,680		Pna2 ₁	bca	12
	4	0,5502 0,5081	0,6745 1,1224	0,9297 0,6278	$\beta=9459^0$	P2 ₁ /n Pbnm	cab bac	4 4

*Burchak 90^0 ga teng bo'lmasa o'klarning joylashishi quyidagicha a'_H

- 1.Stabilizatsiya bariy bilan o'tadi
- 2.Stabilizatsiya 1200^0 C da P₂O₅ bilan o'tadi
- 3.Stabilizatsiya stronsiy bilan o'tadi
- 4.Kristall stabilizatorsiz CaCl₂ eritmasidan olingan

Uch kalsiyli alyuminat. Sement klinkerida uch kalsiyli alyuminat faqatgina qattiq eritmalar ko'rinishida mavjud bo'ladi. Uch kalsiyli alyuminat portlandsement klinkerining muhim tarkibiy qismi bo'lib, sementlarning tishlashish tezligi, qotish chog'ida mustahkamlikka erishish, issiqlik ajratish va sulfatbardoshlik kabi xossalari u bilan shartli ravishda bog'liqdir. C₃A miqdori klinkerlarda odatda 5 dan 8 % gacha bo'ladi. Uch kalsiyli alyuminatning kristall panjarasi qattiq eritmalar ko'rinishida 10 % gacha miqdordagi Fe, Mg, Si, Na va K ionlaridan iborat bo'ladi. Klinkerlarda uch kalsiyli alyuminat fazasi quyidagi – kubik (s), ortorombik (oI) va tetragonal (t) shakllarda kristallanishi mumkin. O rtorombik va tetragonal shakllar xossalari jihatdan kubik shaklga yaqin bo'lsada, reaksiya xususiyatlari bo'yicha undan farq qiladi. Uch kalsiyli silikatning kristall panjarasi tarkibiga ishqoriy aralashmalarning kirishi simmetriyani o'zgarishini keltirib chiqaradi. Na₂O va K₂O strukturada bir xil rol o'ynaydi va ularning miqdori 1,9 % Na₂O hamda 1,4 % K₂O bo'lishida C₃A ning (s) kubik shaklini barqarorlashtiradi. Na₂O miqdori 1,9 dan 3,7 % gacha bo'lganda rentgenogrammada kubik (s) va ortorombik (OI) fazalar aralashmalari nomayon bo'ladi. Na₂O miqdori bundan yuqori (3,7 dan 4,6 % gacha) bo'lishida esa kristall panjara ortorombik (OI) ko'rinishida bo'ladi. Na₂O miqdori 4,3 % dan yuqori bo'lishida C₃A fazasining tetragonal shakli olinishi mumkin. Na₂O miqdori 4,6 dan

7,5 % gacha bo'lishida kristall panjara monoklin shaklda bo'ladi. Monoklin shakl buzilgan ortorombik shakldir. Strukturaga kremniyning kiritilishi tetragonal shaklni barqarorlashishiga olib keladi.

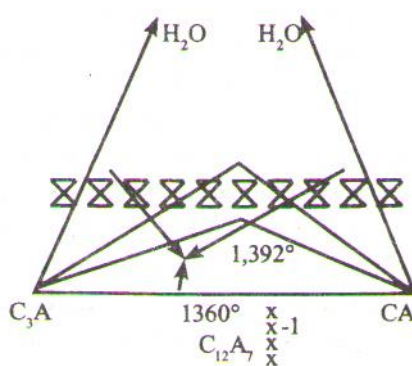
C_3A panjarasida SiO_2 aralashmalarining mavjudligi qattiq eritmadagi Na_2O miqdorini 7,6 % gacha ko'paytiradi va bunda qattiq eritma tarkibi $K_2O \cdot 8CaO \cdot 3Al_2O_3$ (NC_8A_3) formulaga muvofiq keladi va buni quyidagi o'rin olish sxemasi orqali ifodalash mumkin bo'ladi:

$3(3CaO \cdot Al_2O_3) + Na_2O \rightarrow Na_2O \cdot 8CaO \cdot 3Al_2O_3 + CaO$, ya'ni C_3A kristall panjarasida Ca^{2+} ionini Na^+ ioniga almashinishi o'rin tutadi. Ushbu (NC_8A_3) birikma portlandsement klinkerlarida namoyon bo'ladi. C_3A kristall panjarasining asosini oltita $[AlO_4]^{5-}$ tetraedrlaridan tashkil topgan Al_6O_{18} halqalari tashkil etadi. Ushbu halqalar kalsiy atomlari orqali bog'langan bo'lib, ular panjara burchaklaridan $a/4$ masofada joylashadi. Strukturada $1/8, 1/8, 1/8$ koordinatalari bilan bo'lgan uch tomonlama o'qlar bo'yicha bo'shliqlar mavjud. Kalsiyning barcha atomlari kislorod bo'yicha oltirilgan koordinatsiyaga ega. Ca-O bog'lar muntazam emas. Uch kalsiyli alyuminat suv bilan qorilganda tez tishlashishga moyillik namoyon bo'ladi, va bunda ko'p issiqlik hosil bo'ladi va hatto bug'lanish kuzatiladi. Aralashtirish davom ettirilsa tishlashish sekinlashishi mumkin va bunda plastik oson ishlanuvchi massa olinadi. Tishlashishni boshqaruvchi sifatida ikki molekula suvli kalsiy sulfat (gips) qo'llaniladi. Uning kiritilishi tishlashish muddatlarining me'yorida bo'lishini ta'minlaydi. Havoda va nam atmosferali muhitida me'yorida qotadi, biroq suvga tushirilishida yoyilib keta boshlaydi.

$CaO - Al_2O_3$ sistemasi. Ushbu sistemaning quyidagi birikmalari ma'lum: $3CaO \cdot Al_2O_3$ (C_3A), $12CaO \cdot 7Al_2O_3$ ($C_{12}A_7$), $5CaO \cdot 3Al_2O_3$ (C_5A_3), $CaO \cdot Al_2O_3$ (CA), $CaO \cdot 2Al_2O_3$ (CA_2) va $CaO \cdot 6Al_2O_3$ (CA_6). Ushbu sistemaning eng yuqori asosli fazasi— $3CaO \cdot Al_2O_3$ — uch kalsiyli alyuminatdir. Bu birikma portlandsement klinkerining tarkibiga kiruvchi turli oksidlar bilan qattiq eritmalar hosil qiladi, chunonchi: $1410^\circ C$ haroratda qattiq eritmada 0,4 % gacha MgO kiradi va Mg^{+2}, Ca^{+2} bilan almashinadi; $1305^\circ C$ haroratda C_3A da gipotetik birikma ko'rinishida (C_3F) 4,5

% gacha Fe_2O_3 erishi mumkin. $\text{C}_3\text{A} - \text{Na}_2\text{O}$, $\text{C}_3\text{A} - \text{K}_2\text{O}$ sistemasida qattiq eritmalar muhim o‘rin tutadi. C_3A panjarasida Na^+ , Ca^{2+} bilan almashadi, bundaqattiq eritma hosil bo‘lib, uning tarkibi $\text{Na}_2\text{O} \cdot 8\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$ to‘g‘ri keladi. SiO_2 mavjudligida $\text{Na}_2\text{O} \cdot 8\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$ bilan birga izomorf $\text{K}_2\text{O} \cdot 8\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$ birikma mavjud bo‘lishi mumkin. Uch kalsiyli alyuminat klinkerining oraliq fazasi tarkibiga kiradi. Ushbu birikma polimorf xususiyatga ega emas. Inkongruent tarzda 1524°C haroratda erib CaO va suyuq faza hosil qiladi. C_3A suv bilan juda shiddatli reaksiyaga kirishadi va tez tishlashishadi. Portlandsement klinkeridagi uning miqdori 6–8 % dan ortmaydi. C_3A miqdorining ortishi sement toshining dengiz suviga bo‘lgan chidamliligini pasaytiradi (sulfat bardoshlik xususiyatini pasaytiradi).

Portlandsement va giltuproqli sementlar texnologiyasi uchun muhim bo‘lgan (1965y) amalga oshirilgan ilmiy izlanishlar orqali suvning muvozanat holatga ta’siri aniqlandi. Ma’lum bo‘ldiki, odatdagi namlikda $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (C_{12}A_7) va $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ($\text{C}_{12}\text{A}_7\text{H}$) oralig‘idagi faza barqaror bo‘lar ekan va u bir jinsli suyuqlik hosil qilish bilan va suv bug‘larini ajralishi bilan 1392°C da eriydi. 20-rasmda $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ sistemasida yuqori haroratlarda yuzaga keluvchi gipotetik faza muvozanatlari aks ettirilgan



20-Rasm. $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ gipotetik diagrammasi:

1- $\text{C}_{12}\text{A}_7 - \text{C}_{12}\text{A}_7\text{H}$ qattiq eritma chizig‘i

Suvning yutilishi strukturada katta o'zgarishlarsiz boradi va bu $C_{12}A_7$ birikmani seolitlarga taalluqli deb aytishga asos bo'ladi. Quruq argonli muhitda $C_{12}A_7$ kongruent tarzda erib, $1374\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratda CA va suyuqlikka parchalanadi. $CaO - Al_2O_3$ sistemasida absolyut quruq muhitda $1360\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratda $C_{12}A_7$ faza $C_{12}A_7 - C_3A$ hamda $C_{12}A_7 - CA$ dan iborat evtektikalarni hosil qiladi. $CaO - Al_2O_3$ sistemasida shuningdek C_5A_3 metabarqaror birikma mavjud bo'ladi va uning tarkibi $C_{12}A_7$ tarkibiga juda yaqindir, ammo $C_{12}A_7$ kubik simmetriyadan farq qilib, rombik simmetriyaga ega bo'ladi.

C_5A_3 tarkibning fazasi $C_{12}A_7$ tarkibini quruq muhitda eritmani sovutish orqali hosil qilish mumkin. C_5A_3 tarkib havoda inkongruent tarzda $1361\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratda va quruq argonda $1352\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratda eriydi. $CaO - Al_2O_3$ sistemasida hosil bo'luvchi $CaO - Al_2O_3$ kalsiy monoalyuminat katta ahamiyatga ega bo'lib, u $1605\text{ }^{\circ}\text{C}$ da inkongruent tarzda eriydi va CA_2 hamda suyuqlik hosil qiladi. CA ko'p asosli kalsiy alyuminatlarga nisbatan sekinroq gidratatsiyalanadi. Kalsiy monoalyuminati gilyuproqli sementlarning eng muhim bog'lovchi komponenti bo'lib hisoblanadi. $CaO - Al_2O_3$ sistemasining gidravlik faol fazasi deb, shuningdek $CaO-2Al_2O_3$ (CA_2) – kalsiy dialyuminat hisoblanadi.

CA_2 $1765\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratda CA va suyuqlikka parchalanishi bilan inkongruent tarzda eriydi. CA_2 juda sekin gidratatsiyalanadi, CA mavjudligida CA_2 gidratatsiyasi birmuncha tezlashadi. Panjaraga CA_2 va $Fe^{3+}, Cr^{3+}, Ti^{3+}$ valentli ionlarni kiritilishi CA_2 gidratatsiyasi qotishning ilk bosqichlarida tezlashtiradi.

$CaO \cdot 6Al_2O_3$ – kalsiy geksaalyuminati bog'lovchilik xususiyatlariga ega bo'lmaydi. CA_6 $1850\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratda α – korund va suyuqlikka parchalanishi bilan inkongruent tarzda eriydi.

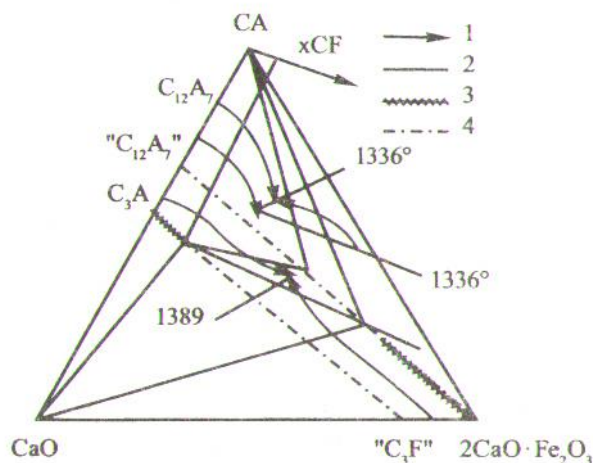
$CaO - Fe_2O_3$ sistemasi. Ushbu sistemada quyidagi uch xil: $2CaO - Fe_2O_3$ (C_2F), $CaO \cdot Fe_2O_3$ (CF) va $CaO \cdot 2Fe_2O_3$ (CF_2) birikmalar ma'lum. Shuningdek, $3CaO \cdot Al_2O_3$ bilan izomorf bo'lgan $3CaO \cdot Fe_2O_3$ birikmasining ham hosil bo'lish ehtimoli mavjud. $CaO \cdot Fe_2O_3$ sistemasidagi fazalar muvozanati yuqori haroratlarda kislorod yo'qotilishi sababli turg'un bo'lmaydi.

Kalsiy monoferrit (CF) 1216 °C haroratda $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ va suyuq faza hosil qilish bilan parchalanadi. $\text{CaO} \cdot 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ inkongruent tarzda 1226 °C haroratda eriydi. Ikki kalsiyli ferrit 1438 °C haroratda inkongruent tarzda erishi bilan tavsiflanadi. Na monoferrit, na diferrit va na ikki kalsiyli ferrit portlandsementlarda uchramaydi. Ikki kalsiyli ferrit yuqori temirli sementlarda (Ferrari sementlari) mavjud bo'lishi mumkin.

Suv bilan aralashtirilganda ikki kalsiyli ferrit tez tishlashishadi va qotadi, ammo bunda issiqlik ajralishi u qadar sezilmaydi. Tishlashuvchi material suvda mustahkamligini tez yo'qotadi va parchalanadi, bu esa birikmani gidravlik bog'lovchi moddalarga taalluqli deb hisoblashga asos bo'la olmaydi. Oxirgi yillarda, yuqori temirli ruda konsentratlarining qumoqlashib qolishi muammosi mavjudligi sababli, kalsiy ferriti va alyumoferritli asosidagi yuqori temirli sementlarga yuqori darajada qiziqish paydo bo'ldi.

Portlandsement klinkerining alyumoferritli tashkil etuvchisi.

$\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ sistemasida tarkibiga ushbu uch xil oksid kiruvchi bir qator qattiq eritmalar hosil bo'ladi. Bunday birikmalar kalsiy alyumoferritlari bo'lib, ular portlandsement klinkerining muhim tashkil etuvchisi bo'lib hisoblanadi va uchkalsiyli alyuminat asosidagi qattiq eritmalar bilan klinkerning «oraliq faza» deb yuritiluvchi fazasini hosil qiladi. Klinkerlarning alyumoferritli tashkil etuvchisining miqdori klinkerlar tarkibiga bog'liq ravishda 8–18 % oraliqda o'zgaradi. Alyumoferritlarning qattiq eritmaları $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ – ikki kalsiyli ferritdagi Fe^{3+} atomlarini Al^{3+} atomlariga izomorf tarzda almashinishidan hosil bo'ladi, va ushbu almashinish oxirigacha davom etganda edi, ushbu qatorning oxirgi tarkibi $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ formulaga javob berishi kerak bo'lar edi. Biroq $\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ sistemasida normal sharoitlarda bunday faza hosil bo'lmaydi va alyumoferritli fazaning chegaraviy tarkibi A.I.Baykova bergan ma'lumotlariga ko'ra $8\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ formulaga mos keladi (21-rasm).



21-Rasm. CaO-CA- C₂F sisteması

1-fazalar chegarasi, 2-tarkiblar uchburchaklari, 3-qattiq eritmalar, 4-gipotetik chiziq

Alyumoferritli fazalarning kristall strukturasi Mg^{2+} , Si^{4+} , Ti^{4+} , Mn^{3+} , Cr^{3+} , Cr^{6+} va boshqa ionlar mavjud bo'lishi mumkin. O'rin almashinish kristall panjaraning kation struktura tashkil etuvchilari bo'yicha bo'lgani kabi anion struktura tashkil etuvchi bo'yicha ham bo'lishi mumkin. Jumladan Mg^{2+} Fe^{3+} va Ca^{2+} o'rnini oladi va shuningdek tugunchalararo joylashishi mumkin. Hosil bo'lgan qattiq eritmalarining tarkibi $\text{Ca}_2(\text{Fe}_{1-2x/3}\text{Mg}_x)_2\text{O}_5$ formula bo'yicha, bunda, 1400 °C haroratda $0 < x < 0,023 \cdot (1\text{-tur})$, va $(\text{Ca}_{1-x/5} \cdot \text{Mg}_{x/5})_2$, bunda 1400 °C haroratda $x = 0,049$, $R = \text{Fe}^{3+}$, Al^{3+} (II tur), Si^{4+} , Ti^{4+} , Mn^{3+} , Cr^{3+} va Fe^{3+} va Al^{2+3} kabi almashinadi.

Klinkerning oraliq fazasi teksturasi C_3A va $\text{C}_2(\text{A}, \text{F})$ kabilarning o'zaro o'sib boruvchi kristallari orqali tashkil topadi va termik kelib chiqishi va kimyoviy tarkibiga kuchli ravishda bog'liq bo'ladi. Tez sovutilgan klinkerlarda oraliq faza qisman shishasimon holatda qayd qilinadi. Shishasimon fazaning tarkibi odatda 2–12 % miqdordan oshmaydi.

Braunmilleritning strukturasi $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ quyidagi $[\text{Fe}_2\text{O}_6]^{-9}$ va $[\text{AlO}_6]^{-9}$ oktaedrlari hamda $[\text{FeO}_4]^{-5}$ va $[\text{AlO}_4]^{-5}$ tetraedrlaridan hosil bo'ladi. Kalsiy ionlarining koordinatsiyasi muntazam emas, kalsiy atomlari ettita kislorod atomlari bilan o'ralgan Ca-O bog' o'rtacha $2,461\text{\AA}$ masofani tashkil etadi. O'rtacha masofa $[\text{Fe}, \text{Al}] - \text{O}$ oktaedrlarda $2,001\text{\AA}$ va $[\text{Fe}, \text{Al}] - \text{O}$ tetraedrlarda $1,797\text{\AA}$

masofalarni tashkil etadi. Kalsiy alyumoferritlarining qattiq eritmalarining hosil bo'lishi avval tetraedrik koordinatsiyalangan Fe^{3+} ionlarini Al^{3+} ionlariga almashinishidan, so'ngra esa oktaedrik va tetraedrik pozitsiyalarda bir xil nisbatdagi Fe^{3+} almashinishi sodir bo'ladi. Portlandsement klinkerlarining alyumoferrit tashkil etuvchilarining tarkibi ulardagi A/F (giltuproq modulining) nisbati miqdoriga, termoshlov rejimiga va sovutish shart-sharoitlariga bog'liqdir. C_4AF tez gidratlanadi C_3A singari u qadar yuqori bo'lmagan mustahkamlik oladi. C_4AF va gidratatsiyalanish chog'ida issiqlik ajralishi C_3A bilan bo'lganiga qaraganda kamroq sekinlik bilan sodir bo'ladi. Klinkerning pishish jarayonida alyumoferrit tashkil etuvchisi alyuminat tashkil etuvchi bilan bir qatorda, kalsiy oksidini qumtuproq bilan bog'lanish jarayonini jadallashtirgan holda erituvchi – minerallar sifatida rol o'ynaydi va silikat minerallari hosil bo'ladi.

Klinkerning ikkinchi darajali fazalari.

Pishish jarayonining to'liq tugallanmaganligi sababli portlandsement klinkerlarida bir oz miqdorda (0,5–1og'irlik. %) erkin kalsiy oksidi mavjud bo'lishi mumkin. Sementlarda maydalash chog'ida nisbatan yuqori harorat hosil bo'lishi oqibatida, sement shixtasining maydalanishida ajralib chiquvchi suv bug'lari orqali kalsiyning gidratlanishi hisobiga erkin ohakning sezilarli miqdori kalsiy oksidi gidrati shaklida mavjud bo'ladi. Klinkerning mavud bo'lishi maqsadga muvofiq bo'lmagan fazasi – erkin magniy oksidi bo'lib, u klinkerlarda kam reaksiyaga kirishuvchi birikma bo'lmay – periklaz ko'rinishida mavjud bo'ladi. Erkin kalsiy oksidi va periklaz sementlarda juda sekin gidratlanadi va sement toshining mexanik buzilishini keltirib chiqaradi. Kalsiy oksidi yoki periklazning gidratatsiyalanishi oqibatida sement toshining buzilishi notekis hajm o'zgarishi deb aytiladi. Klinkerlarda ko'p miqdorda magniy oksidi bo'lishi bilan bog'liq noxush oqibatlarni oldini olish maqsadida, ko'pchilik mamlakatlarda qabul qilingan standartlarda magniy oksidining miqdorini 5 og'irlik. % gacha cheklanadi. Klinkerlarning ikkinchi darajali fazalariga o'zlashtirilmay qolgan qumtuproq xam kiradi. Klinkerlarda shuningdek o'zaro qattiq eritmalar hosil qiluvchi va asosan natriy va kaliy sulfatlari ko'rinishidagi ishqoriy

birikmalarning erkin holatda mavjud bo'lishi kuzatiladi.. Kaliy birikmalarining miqdori odatda natriy birikmalariga nisbatan 1,5–2 barobar ortiq bo'ladi. Ishqoriy oksidlarning (R_2O 1–1,5 og'irlik. %) klinkerda yuqori miqdorda mavjud bo'lishi maqsadga muvofiq emas, chunki kuydirish chog'ida qiyinchilik tug'diradi, klinker va ular asosidagi sementlarning gidravlik faolligini pasaytiradi. Klinkerning ikkinchi darajali fazalariga shuningdek suyuq klinkerli fazani keskin sovutilishida hosil bo'luvchi, shishasimon fazani tashkil etuvchi – shisha fazasi kiradi. Shisha faza sementlarning gidratatsiya issiqligiga va notekis hajm o'zgartirishi xususiyatiga ta'sir etadi. Agar magniy oksidi shisha faza tarkibiga kirsam, bu sementlarda noxush holatlarni keltirib chiqarmaydi. Klinkerni kuydirish chog'ida hosil bo'luvchi eritma 5 % miqdorga yaqin MgO ni eritishi mumkin, ya'ni klinker og'irlik miqdoriga nisbatan taxminan 1,5–2,0 % ni tashkil etadi.

Klinkerni tez sovitish shuning uchun xam sementning qotish chog'ida notekis hajm o'zgartirish xususiyatiga magniy oksidining salbiy ta'sirini bartaraf etadi. Klinkerda xususiy faza ko'rinishida $CaSO_4$ – angidrid mavjud bo'lishi mumkin. Sulfidlar odatda mavjud bo'lmaydi, chunki pechlar ichidagi kuydirish jarayoni oksidlanish sharoitlarida kechadi, ammo ba'zan ular sezilarsiz miqdorda (0,1 % yaqin) namoyon bo'lishi mumkin; ba'zi holatlarda klinkerlarda metall holatdagi temir mavjud bo'lishi mumkin.

Qattiq jismlar faol holatining xususiyatlari

Bog'lovchi birikmalar olishda, shuningdek, ularni qoruvchi suyuqlik bilan ta'sirga kirishishda sodir bo'luvchi reaksiyalar, sement toshini korroziyalanish jarayonlari va h.k. geterogen reaksiyalarga kiradi. Geterogen sistemalardagi kimyoviy o'zgarishlar gomogen reaksiyalarda bo'lgani kabi fazaning istalgan nuqtasida sodir bo'la olmaydi. Geterogen reaksiyalar fazalar oralig'idagi tutash joylarda amalga oshadi. Barcha geterogen o'zgarishlarda turli tarkibli modda bilan to'la bo'lgan bo'shliqning ikki sohasini ajratuvchi reaksiya zona mavjud bo'ladi. Real sistemalarda kimyoviy va fizik xossalari turlicha bo'lgan ikki fazani ajratuvchi sirt molekulyar tartibdagi juda kichik qiymatini tashkil etadi.

Qattiq va suyuq jismlarning sirtlarining xususiyatlari sistema hajmi xususiyatlaridan farq qiladi, shuning uchun ajralish sirti o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'ladi. Reaksiya amalga oshishi uchun bir-biriga tutash zarrachalar reaksiya zonasiga tushishi zarur. Ba'zi holatlarda reaksiya zonasining o'zgarishi ajralish sirtida moddaning olib o'tilishisiz, (masalan erishda va qotishda) oddiy ko'chishida ham sodir bo'lishi mumkin. Qolgan barcha holatlarda reaksiya diffuziya bilan boradi. SHunday qilib, geterogen reaksiyalar bir tomondan reaksiya zonasi chegaralarida yoki reaksion ajralish sirtida sodir bo'luvchi kimyoviy o'zgarish jarayoni bilan, ikkinchi tomondan moddaning olib o'tilishi yoki ko'chib o'tishiga oid turlicha jarayonlari bilan tavsiflanadi. Geterogen o'zgarishlarning umumiy tezligi doimo ikki jarayon: kimyoviy reaksiya va diffuziya tezliklari funksiyasi bo'ladi. Ajralish sirtida sodir bo'luvchi reaksiyalar ustidagi izlanishlar murakkab masaladir. Qiyinchiliklardan biri qattiq jismlar sirtlari xossalari ta'sir etuvchi, birinchi navbatda ularning reaksion qobiliyatlariga ta'sir etuvchi omillarning etarli o'rganilmaganligidadir. Ikkinchi qiyinchilik ajralish sirtida sodir bo'luvchi jarayonlarning murakkabligi bilan bog'liqdir.

Qattiq jismlarning o'ziga xos xususiyatlaridan biri, ularning reaksion qobiliyatlari bir xildagi kimyoviy va faza tarkiblari bilan aniqlanmasligidadir. Qattiq jismni, struktura hosil qiluvchi zarrachalarning navbatma-navbat, ketma-ket tartibda bo'lishi rioya qilinuvchi ideal kristall panjara sifatida qarab chiqish mumkin emas. Bu tartib turli nuqsonlar orqali buziladi.

Kristall nuqsonlar ikki ko'rinishda mavjud bo'lishi mumkin: bir-ikki struktura tugunini qamrovchi nuqtaviy nuqsonlar (1 tur nuqsonlar), hamda cho'zilib davom etuvchi (2 nuqsonlar) dislokatsiyalar, yoriqlar, mikroo'yiqliklar. Alohida guruhga yuzaki nuqsonlar kiradi. Nuqtaviy nuqsonlar aralashmalar atomlarini dastlabki moddaning atomlari bilan tutash joylarda singishi, atomlarning tugunlararo surilishi yoki kristall panjara tugunlarida atomlarning mavjud emasligi bilan shartlanadi. 2 tur nuqsonlar guruhiga dislokatsiyalar kiradi. Dislokatsiyalarning asosiy turlariga

chekkadagi vintsimon nuqsonlar kirib, qolgan barcha dislokatsiyalar ularning kombinatsiyasidan iborat.

Chekka dislokatsiyasi ideal kristall panjarada to'lmay qolgan atomli tekisligining paydo bo'lishi hisobiga hosil bo'ladi. Vintsimon dislokatsiyani ideal kristall panjaraning dislokatsiya chizig'iga parallel yo'nalishda surilishi natijasi kabi tasavvur qilish mumkin. Hozirgi vaqtda, qattiq fazalarning faoligidagi farqlar ma'lum darajada ularning kristall panjarasida turli ko'rinishdagi nuqsonlar paydo bo'lishi natijasidan deb qarash hech qanday shubha uyg'otmaydi. Kristall panjaraning nuqsonlik darajasi va xususiyatiga moddani olish usuli va uning kelib chiqishi katta ta'sir ko'rsatadi. Masalan, uzoq vaqt davomidagi termik ta'sir yoki yuqori harorat kristall panjaraning nuqsonlik darajasini kamaytiradi va moddaning passivlashishiga olib keladi. Misol tariqasida shuni ko'rsatish mumkinki, kalsiy karbonatni 900 °C haroratda parchalash orqali olingan kalsiy oksidi yuqori reaksiya xususiyatga ega. Shu haroratda saqlash vaqtini uzaytirilishi CaO ni suv bilan o'zaro ta'sirlashishini sekinlashtiradi, parchalanish haroratining 1500 °C gacha ko'tarishda esa hosil bo'lgan kalsiy oksidining reaksiyaga kirish qobiliyatini juda pasaytiradi.

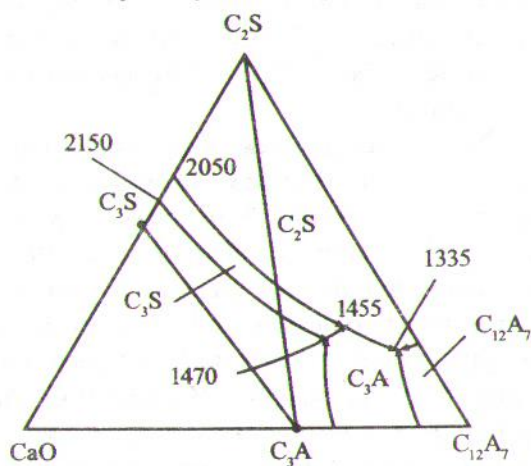
Qattiq jismlarning normal va faol holati mavjud bo'lib, bunda birinchisida nuqsonlilik panjaraning o'zini notartibligi bilan, ikkinchisida esa muvozanat nuqsonlarining mavjudligi bilan tavsiflanadi. Qattiq fazaning faollik o'lchami sifatida ushbu fazaning Gibbs energiyasining normal holatdagi xudi shunday tarkibli boshqa fazaga nisbatan ortiqli olinadi.

Bog'lovchi materiallar kimyosi va texnologiyasining oxirgi uslublarini qo'llash ma'lum eksperimental qiyinchiliklar va olingan natijalarni izohlash, tushuntirishni murakkabligi bilan bog'liqdir. Xom ashyo shixtalari komponentlarining reaksiya qobiliyatlarini shuningdek turlicha termik jarayonlar va reaksiyalar natijasida olingan materiallarni solishtirma tarzda baholashning oddiy va ishonchli usullari mavjud emasligi texnologik jarayonlarni optimizatsiyalash masalalarini echishni qiyinlashtiradi. Faollikni baholashning fizik-kimyoviy usullaridan foydalanishning eng qulay yo'li sifatida oksidlar yuzasidagi faol asosiy markazlar sonini aniqlash

usuli xizmat qiladi. Shunday qilib, masalan, oksidning ma'lum reaksiya qobiliyatini ta'minlovchi (CaO , MgO va h.k.) termoshlov berish harorati va davomiyligini aniq tarzda aniqlash mumkin.

Eng muhim uch komponentli sistemalar

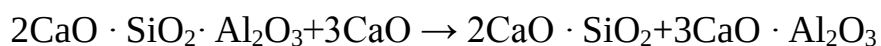
$\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ sistemasi. Ushbu sistemaning uchta oksidiportlandsement klinkeri komponentlarining 90 % ga yaqinini tashkil etadi, shuning uchun u klinker faza tarkibini shakllanish shart – sharoitlarini ko'rib chiqishda ayniqsa muhimdir. 22.-rasmda sement klinkerlari texnologiyasi nuqtai nazardan bu sistemaning eng muhim uchastkalari ko'rsatilgan..



22-Rasm. $\text{CaO}-\text{C}_2\text{S}-\text{C}_{12}\text{A}_7$ xususiy sistemasining holat diagrammasi*

$\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$ sistemasining uchlamchi birikmalari gidravlik xususiyatlarga ega bo'lmaydilar. Me'yorida kuydirilgan portlandsement klinkerlarida CaO , SiO_2 va Al_2O_3 oksidlari asosidagi uch tarkibli fazalar mavjud bo'lmaydi, biroq xomashyo shixtalarining pishish jarayonida ular ma'lum rol o'ynaydi va oson namoyon bo'lishi mumkin. Eng muhim uch tarkibli faza gelenitdir $2 \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (C_2AC). Ushbu faza sement xomashyo shixtalarda $900^\circ - 1000^\circ\text{C}$ oralig'ida hosil bo'ladi va $1000 - 1100^\circ\text{C}$ haroratida quyidagi reaksiya bo'yicha parchalanadi.

- 6-bob 2& betlar- 150,152,159, 162.167,170 - ahhborot texnologiya-exzel va Paint programmalarini ishlatilgan



Gelenit 1590 °C haroratda kongruent tarzda eriydi. U bog‘lovchilik xususiyatiga ega emas. Giltuproqli sement klinkerlarida mavjud bo‘lishi mumkin. $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ sistemasida yana bir uch tarkibli birikma – anortitning $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ (CAC_2) turg‘unlik maydoni mavjud.

Anortit – dala shpati minerallari guruhining vakilidir. 1553 °C haroratda kongruent tarzda eriydi. Nordon domna shlaklari kristall tashkil etuvchilari tarkibida mavjud bo‘lishi mumkin. Hidrotermal sharoitlarda yana bir uch tarkibli birikma bo‘lmish grosullyar $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$ birikma sintezini amalga oshirish mumkin va u $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ sistemasida turg‘unlik sohasiga ega bo‘lmaydi.

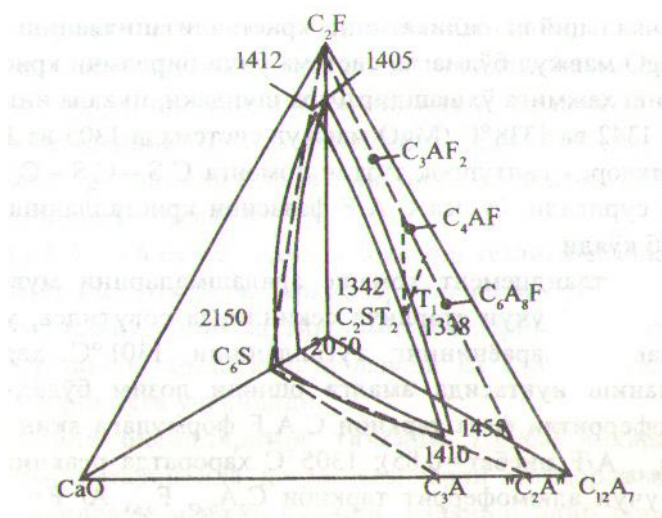
$\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ cistemasi. Ushbu sistemani bilish portlandsement klinkerining temir tarkibli fazalarini tavsiflash uchun muhimdir. Sistemaning o‘ziga xos xususiyati – $\text{C}_2\text{F} - \text{C}_2\text{A}$ qatorida qattiq eritmalarini hosil qilishidir. Ushbu qatorning eng oxirgi vakili C_2A tarkibli faza yaqin o‘tmishda–1972 yilda 25000 bar bosim ostida olingan. $\text{C}_2\text{F} - \text{C}_2\text{A}$ qatorida normal bosimda qattiq eritmaning tugal tarkibi to‘g‘risidagi masala yuzasidan ba’zi noaniqliklar mavjud. Nyukirka va Tvayta (1958 y) ma’lumotlariga ko‘ra qattiq eritmaning chegaraviy tarkibi C_2A 0,69 F0,31 to‘g‘ri keladi va bu $\text{S}_6\text{A}_2\text{F}$ formulaga yaqindir; shu bilan bir vaqtda N .A.Toropov va A.I. Baykova (1955 y) kabi izlanuvchilarning $\text{C}_8\text{A}_3\text{F}$ (C_2A 0,75 · F 0,25) formulaga javob beruvchi katta miqdorda alyuminiy tutuvchi qattiq eritma mavjudligi to‘g‘risidagi ma’lumotlari ham mavjud. Ushbu mualliflarning fikrlariga ko‘ra $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ sistemasida qattiq eritmalarining hosil bo‘lishi C_2F , C_5A_3 va bir ozgina miqdorda CaO kabilarning o‘zaro bir-birlarida erishi natijasida sodir bo‘ladi. Portlandsement klinkerlarining sovish shart – sharoitlarini va tarkibi ularda $\text{C}_8\text{A}_3\text{F}$ alyumoferrit qattiq eritmalarining hosil bo‘lishini inkor etadi. $\text{CaO} - \text{CA} - \text{C}_2\text{F}$ psevdouchtarkibli sistemada muvozanatga erishish qiyin bo‘lib, bu esa ferrit fazasi tarkibiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Masalan, agar eritma tarkibi kalsiy oksidining birlamchi fazali kristallanish sohasida turgan bo‘lsa va suyuq fazaning tarkibi kristallanish mobaynida $\text{C}_3\text{A} - \text{CaO}$ chegaraviy egri chiziq bo‘ylab $\text{CaO} -$

$C_3A - C_6A_2F$ invariant nuqtaga tomon yoʻnalishda $1380\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratda oʻzgarsa, u holda CaO ning erishi va C_3A kristallanishi oʻrinli boʻladi. Haqiqatda esa CaO ning faqatgina oz miqdori qaytadan eriydi, chunki C_3A , CaO kristallarning yoʻlini toʻsadi va uning atrofida himoya qobiqlarini hosil qiladi, shuning uchun suyuq fazaning tarkibi C_3A va ferritli faza orasidagi chegara chizigʻi yoʻnalishida kesib oʻtadi, alyumoferritli fazaning kristallanish yoʻlining ohirgi nuqtasida kristallangan birikmaning tarkibi, muvozanat sharoitlarida olinishi mumkin boʻlganidan farq qiladi. Oʻzlarining atrofida kristall qobiq hosil qilish hisobiga suyuqlikdan izolyasiyalangan fazalar «himoyalangan» degan nomni oldi. Portlandsement klinkerlarining koʻpchiligida hosil boʻluvchi alyumoferritli qattiq eritmaning tarkibi koʻpincha C_4AF tarkibga yaqin boʻladi. C_4AF aralashma suv ishtirokida bir necha minut davomida tishlashishadi.

$CaO - SiO_2 - Al_2O_3 - Fe_2O_3$ cistemasi. 1934–1935 yillarda *Li va Parker* tomonidan amalga oshirilgan $CaO - C_2S - C_5A_3 - C_4AF$ xususiy sistemasi ustidagi izlanishlar silikatlar fizik kimyosining rivojlanishi uchun xususan portlandsement klinkeri kimyosi va texnologiyasi uchun juda kata ahamiyat kasb etdi. Keyingi paytlarda bajarilgan ishlar natijasida kiritilgan aniqliklarni hisobga olgan holda diagrammani koʻrib chiqishda C_5A_3 faza $C_{12}A_7$ kabi ifodalanadi. Bundan tashqari alyumoferritli faza C_4AF formulaga muvofiq, keluvchi doimiy tarkibga ega deb fikrlashga ijozat beriladi.

23-rasmda birlamchi fazali kristallanish hajmini $C_2S - C_{12}A_7 - C_4AF$ xususiy psevdo uch sistemada fazaviy koʻrinishi aks ettirilgan. C_3S fazaning birlamchi faza hosil qilib, kristallanish hajmining yuqorigi qismi $C_3S - C_4AF$ yuzasini, pastkisi esa $C_3S - C_3A$ yuzasini hosil qiladi. Ushbu yuzalar C_3S , C_3A va C_4AF uchun umumiy chegaralovchi egri chiziq bilan chegaralangan boʻlib, 1341 va $1338\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratli oraliq nuqtalarda tugallanadi. Ushbu nuqtalarning birinchisi – reaksiya nuqtasi; ikkinchisi, *Li va Parker* maʼlumotlari boʻyicha, – evtektikadir. Ushbu sistema ustida bajarilgan izlanishlarning muhim natijasi – portlandsement klinkeri ishlab chiqarishda xom ashyo aralashmasidagi kalsiy oksidining maksimal yoʻl qoʻyiluvchi

miqdorini hisoblanishidir. Fazaviy muvozanat holatlari diagrammasini o'rganilishi (Bogg bo'yicha) klinker mineralogik tarkibini aniqlash hisobiga o'zgartirishlar kiritilishiga imkon berdi.



23-Rasm. CaO-C₂S-C₁₂A₇-C₂F sistemasidagi C₃S soxasi *

Shvayze o'tkazgan izlanishlar (1946y) to'rt komponentli sistema tarkibining ikki muhim nuqtasiga aniqlik kiritdi: Li va Parker bo'yicha 1341 °C haroratdagi invariant nuqta Shvayze bo'yicha 1342 °C haroratdagi ferritli fazaning CaO – C₃S – C₃A invariant nuqtasiga mos keladi. 1338 °C haroratdagi evtektika nuqtalari Shvayze bo'yicha C₂S – C₃S – C₃A ferritli faza muvozanat holatining invariant nuqtasi bo'lib hisoblanadi. Ushbu ikkala nuqta C₃S – C₂S – C₃A – C₆A₂F tetraedri tashqarasida joylashgan va demak CaO – Al₂O₃ – Fe₂O₃ sistemasida hosil bo'luvchi C₆A₂F tarkibli ferritli faza to'rt komponentli sistemada barqaror bo'la olmaydi. Magniy oksidi rolini aniqlash maqsadida, Shvayze MgO magniy oksidining o'zgarmas miqdori 5 % bo'lishidagi CaO – C₂S – C₁₂A₇ – C₂F – MgO besh komponentli sistemani tadqiq etdi. Bunday yondashuv, agar MgO miqdori eritma miqdoriga nisbatan 5 % dan ortiq bo'lsa, sistemaning sement ishlab chiqarilishi uchun qiziqish hosil qluvchi qismidagi suyuq faza magniy oksidi bilan to'liq to'yinadi degan fikr asosida oqlanadi. Ushbu sistemadagi uch kalsiyli silikatning kristallizatsiyalanish hajmi asosan MgO mavjud bo'lmagan sistema uchun birlamchi kristallizatsiyalanish hajmiga o'xshashdir. Farq

shundaki, ikkala invariant nuqtalar 1342 va 1338 °C (MgO mavjud sistemada 1305 va 1301 °C) yuqori miqdorda giltuproq tutgan tomonga $C_3S - C_2S - C_6A_2F$ tekislikda suriladi, bu esa C_6A_2F fazasini kristallanishi mumkin qilib qo'yadi. Agar portlandsement xomashyo aralashmalarini muvozanatning saqlanishi uchun etarlicha sekinlikda sovutilsa, u holda kristallanish jarayonining tugallanishi 1301°C haroratda reaksiyalanish nuqtasida amalga oshishi lozim bo'ladi, bunda alyumoferritli faza tarkibi C_6A_2F formulaga yaqin bo'ladi (C_2A 0,57 Fe 0,43 A/F nisbat = 0,85); 1305 °C haroratda reaksiyalanish nuqtasi uchun alyumoferrit tarkibi C_2A 0,47 F 0,53 A/F=0,57) ga yaqindir.

Magniy oksidi bilan to'yingan sistemada, C_3A fazasining tarkibi qisqaradi, temirtarkibli faza sohasi esa C_3S hajmda uzayadi. Ma'lum A/F nisbatda aralashmada hosil bo'luvchi alyumoferritli fazaning tarkibi eritma tarkibini sovitish chog'ida qanday chegaraviy tekislik bo'ylab o'zgarishiga bog'liq bo'ladi. Erkin kalsiy oksidining mavjudligida hosil bo'luvchi temir tarkibli fazaning A/F nisbati 0,57 miqdorga yaqin bo'ladi. Sementda erkin kalsiy oksidining mavjud bo'lmashligida va ularning A/F nisbati = 0,85 bo'lishida C_3A faza hosil bo'lmaydi, giltuproqning barchasi va temir oksidi $S_6A_xF_u$ umumiy formula bilan ifodalanuvchi uch komponentli birikma tarkibiga kiradi. $A/F \geq 1,6$ nisbatga ega bo'lgan klinkerlarda ularni shisha hosil bo'lmashligi uchun etarlicha sekinlikda sovutilgan bo'lsa, alyumoferritli fazasi C_6A_2F tarkibga ega bo'ladi. Ortiqcha giltuproq C_3A bilan bog'lanadi. Sistemadagi muvozanat shart sharoitlarini ko'rib chiqilishidan so'ng klinkerlarni sovitish tezligi ma'nosida quyidagicha ma'lum amaliy tavsiyalar ishlab chiqilishi mumkin: A/F nisbatning ko'payishida yanada tezroq sovitishni amalga oshirilishi lozim, chunki aks holda reaksiya oqibatida C_3S –eritma usti kristallarning yuzasi resorbsiya oqibatida C_2S qobiq bilan qoplanadi va ushbu qobiq maydalash chog'ida yo'qolmasa, u holda ularning gidratatsiyalanishi sekinlashadi va sement toshining mustahkamligining ortish tezligi pasayadi. Tez sovutilishida klinkerli eritma shisha fazasini hosil qiladi va C_3S yuzasini parchalanishidan saqlaydi. Agar $A/F < 1,6$ bo'lsa, u holda sovitish tezligi sezilarli tarzda ahamiyat kasb etmaydi.

Tarkiblarning ushbu sohasida klinkerli eritma klinkerning qattiq komponentlariga bog‘liq bo‘lmagan holda mustaqil tarzda kristallanadi va C_3S kristallarining yuzasi resorbsiyaga uchramaydi.

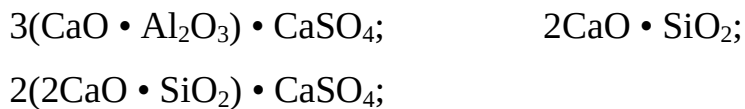
Portlandsement xom ashyo aralashmalarining reaksiyaga kirishish qobiliyatining eng muhim parametri qumtuproqli tarkibiy qismning (kvarsning) dispersligidir. I.V.Kravchenko ma’lumotlariga ko‘ra, SiO_2 ustunlik qiluvchi ulushi $d < 15$ mkm shixta fraksiyasida bo‘lishi kerak. Shixtaning umumiy solishtirma sathi taxminan $3000...4000 \text{ sm}^2/\text{g}$ ga teng bo‘lganda gil va ohaktosh zarralari solishtirma sathlarining optimal nisbati $1,4...1,6$ bo‘ladi.

Reaksiyaga moyil $CaCO_3$ da va uning donalarida CA, CS va boshqalardan iborat qobiqlar hosil bo‘lishi mumkin, bu esa CO_2 ning ajralib chiqishiga va tuzning parchalanishiga moyillik qiladi. Faqat qobiq qayta kristallangandan keyingina jarayonning kechishi yana tezlashadi, ya’ni $CaCO_3$ ning parchalanishi ikki bosqichda bo‘lishi va u jarayonning kechishiga ijobiy ta’sir qilishi mumkin, chunki u CaO ning qayta kristallanishiga tusqinlik qiladi, bu holda aktivligi kam bo‘lgan $CaCO_3$ ning bir bosqichda dissotsiatsiyalanishi ko‘zatiladi. Kuydirilayotgan aralashmada dastlabki eritma $580...680^\circ\text{C}$ temperaturada hosil bo‘ladi va qattiq fazali reaksiyalarning kechishini tezlashtiradi. Bunda ayrim minerallar hosil bo‘lishi ikki bosqichda o‘tishi mumkin (M.T.Vlasova, N.V.Vasileva, S.Xromi va boshqalarning fikricha).

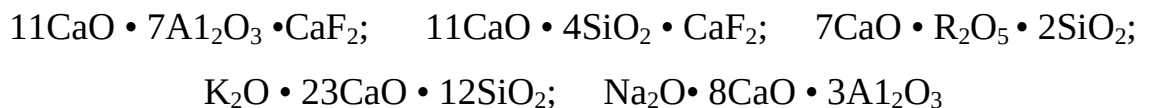
Masalan, yirik dispersli shixtalarda belit ikki bosqichda hosil bo‘ladi: birinchisi $1115...1125^\circ\text{C}$ temperaturada ko‘zatilib, bunda SiO_2 donalarida C_2S dan iborat qobiq hosil bo‘ladi; ikkinchisi $1150...1165^\circ\text{C}$ temperaturada ruy beradi, bunda ana shu qobiqlar buzilib C_2S ning yangi kristallari hosil bo‘ladi. Belit kristallari to‘plangan zonalarda oraliq eritmalarining ikki turi: C_2S dan iborat qobiq bilan SiO_2 donalari o‘rtasida (nordon eritma) hamda CaO va C_2S donalari tutashgan erda (asosiy, ya’ni ishqoriy eritma) hosil bo‘ladi.

Aralashmalar ishtirokida past temperaturali bosqichda kuyidagi oraliq birikmalar hosil bo‘ladi:





Bir qancha xromato-xromitlar va kalsiy fosfatlar, shuningdek CaCO_3 ning ishqor sulfatlari bilan kontaktlarida ikkilamchi tuzlar hosil bo'ladi. Oraliq birikmalardan tashqari, past temleraturalarda barqaror birikmalar ham hosil bo'ladi, ular keyinchalik klinker tarkibida qoladi, ya'ni:



Tarkibi murakkab bo'lgan oraliq birikmalarning hosil bo'lishi CaCO_3 va SiO_2 ning o'zaro ta'sirlashish temperaturasi 38...80°C ga pasaytirib yuboradi.

Yuqori temperaturali bosqichda (1300°C dan yuqori) nordon va asosiy ishqoriy eritmalar qo'shib ketadi, biroq klinker donalarining qizib zich yopishgan ayrim qismlarida tarkibi bo'yicha farqlanadigan eritma tomchilari mavjud bo'lishi extimol (kinetik mikrolikvatsiya). C_2S va CaO dan iborat qobiqlar oralig'idagi eritmada Ca^{2+} ionlarining asosan $[\text{SiO}_4]^{-2}$ ionlariga diffuziyalanishi yo'li bilan C_3S kristallari hosil bo'la boshlaydi. Agar C_3S kristallar o'sgan zonaga Ca^{2+} kira olmasa, bunda nordon eritma C_3S kristallarini C_2S va CaO ga qadar parchalab emirishi mumkin (bu jarayon ba'zan aylanma pechlarning qovushib pishish zonasidagi klinkerda ko'zatiladi). Klinker zonalarida 1450°C temperaturada hosil bo'lgan eritma kuyidagicha xossalarga ega: qovushoqligi 0,1...0,3 Pa•s, sirt tarangligi 350...480•10⁻³ N/m. U holda kalsiy ionlarining diffuziya koeffitsienti $D_{\text{Ca}^{2+}} = (5,3...8,6) \cdot 10^{-5}$, temirniki $D_{\text{Fe}^{2+}} = (5,7...14,2) \cdot 10^{-6}$, alyuminiyniki $D_{\text{Al}^{3+}} = (2,3...7,1) \cdot 11^{-6}$ va kremniyniki $D_{\text{Si}^{4+}} = (4,7...15,8) \cdot 10^{-7} \text{cm}^2/\text{c}$.

Ko'rsatib o'tilgan miqdorlarning o'zgarib turishiga Na, K, Sg, R, F aralashmalari sababchidir. CaO donalarining 1450°C temperaturadagi eritmada erish tezligi $(16...8) \cdot 10^{-6}$; C_2S donalarining erish tezligiga esa $(2...3) \cdot 10^{-6} \text{sm/s}$, ya'ni CaO ning erish tezligi C_2S ning erish tezligidan 3...4 marta ko'p. Biroq jarayonda eritmani mikrolikvatsiyaga olib keluvchi ko'plab Na va K ishtirok etsa, C_2S ning

erish tezligi keskin ortadi, hatto C_2S ning erish tezligidan bir necha marta o'zib ketishi mumkin.

Oz miqdorda fosfor, xrom va oltingugurt (0,1...0,3%) hamda bariy, ftor, xlor, marganetsning anchagina miqdori (1%dan ortikroq) muayyan sharoitlarda klinker hosil bo'lish jarayoniga yaxshi ta'sir ko'rsatadi. Klinker minerallari kristallarining nuqsonlari ko'proq: tuzilmaning blokliligi — 0,1...0,5 mkm, dislokatsiyalar zichligi $(0,5...5) \times (10^8...10^9) \text{ sm}^2$. Bunda alit kristallari maydaroq bloklardan tashkil topadi va nuqsonlari ham ko'p bo'ladi. Aralashmalar ishtiroqida (qattiq eritmalarda) kristallarning nuqsonlari ortadi.

Sovish jarayonida C_3S , C_3A , C_2S parchalanishi mumkin, parchalanishning qanday kechishi bir qancha faktorlarga bog'liq: sovish tezligi, aralashmalarning turi va miqdori, gaz atmosferasining xususiyati va boshqalar. Eritma shisha sifatida qotayotganda hajman kichrayadi. Mg, F, Cr ishtiroqida esa kristallanish jarayonining kechishi tufayli turli temperatura intervallarida belgi o'zgartiruvchi deformatsiya ko'zatiladi ($1350...1100^\circ \text{ C}$ temperaturada hajm kichrayadi, $1100...900^\circ \text{ C}$ temperaturada hajm kengayadi). C_3S , C_3A va C_4AF minerallarining $25...600^\circ \text{ C}$ temperaturada chiziqli termik kengayish koeffitsienti $(10...13) \cdot 10^{-6}$. C_2S termik kengayishining chiziqli koeffitsienti $19,5 \cdot 10^{-6}$ grad. ga teng, ya'ni C_2S ning termik kengayish koeffitsienti boshqa mineral kristallarnikiga nisbatan taxminan ikki marta katta, binobarin, bu hol klinker donalarida fizik kuchlanishlarga sabab bo'lishi mumkin. Aylanma pechlarda gaz atmosferasining qaytarilish xarakteri tufayli klinkerni kuydirish jarayoni osonlashadi.

3-§. Klinkerni xarakteristikasi.

Sement klinkeri sifati quyidagilar bilan ifodalanishi mumkin:

1. Aloxida oksidlarning miqdori (kimyoviy tarkibi).
2. Asosiy oksidlar miqdorining nisbatini ifodalovchi modullar qiymati.
3. Asosiy minerallarning miqdori. Klinkerning eng muhim xarakteristikasi alohida oksidlarning o'zaro nisbati va klinker minerallarining miqdori bilan beriladi.

Demak, portlandsement sifatini har qaysi klinker mineralining protsent miqdoriga qarab aniqlash mumkin. Klinker mineralogik tarkibini aniqlashning ikki usuli bor: bevosita petrografik yoki rentgenografik taxlil usuli yoxud bevosita hisoblab aniqlash usuli. Klinker mineralogik tarkibi zavodlarda ko‘pincha hisoblab aniqlanadi. Muhim oksidlarining protsent nisbati ikki xil modul (silikat va qumtuproq) hamda to‘yinish koeffitsienti bilan ifodalanadi. Bu modullar va koeffitsient miqdori xom ashyo aralashmasi uchun ham, klinker uchun ham amalda bir xil bo‘ladi. Bu esa muhim amaliy ahamiyatga ega, chunki xom ashyoning kimyoviy tarkibini tegishli tanlash bilan klinker mineralogik tarkibini o‘zgartirib turish mumkin.

Silikat modul. Silikat modul (n) qumtuproq modul deb ham ataladi. Bu modul reaksiyaga kirishgan kremniy ikki oksid miqdorining alyuminiy va temir oksidlari miqdoriga nisbatini ko‘rsatadi.

$$n = \frac{\%SiO_2}{\%Al_2O_3 + \%Fe_2O_3}$$

Avval klinker tarkibini ifodalash uchun faqat gidravlik (boshqacha asosli) moduldan foydalanishgan. Bu modul birikkan kalsiy oksid miqdorini kislota oksidlar miqdoriga nisbatini ifodalaydi.

$$BM = \frac{CaO_{umum} - CaO_{erkin}}{SiO_{2umum} - SiO_{2erkin} - Al_2O_3 - Fe_2O_3}$$

Zamonaviy sement klinkerlarining bosh moduli BM-1,7...2,4. Biroq gidravlik modul klinker sifatini xarakterlash uchun etarli emas edi. Shuning uchun yana ikkita modul: silikat (kumtuproq) va gil-tuproq (alyuminat) lar kiritildi.

Silikat modul (n) boshqa oksidlar bilan reaksiyaga kirishgan kremniy oksid miqdorini va klinker tarkibidagi alyuminiy va temir oksidlar yig‘indilariga nisbatini ko‘rsatadi.

Xom ashyo aralashmasi tarkibidagi kremniy ikki oksid ohak bilan hamma vaqt C_3S va C_2S holida birikavermasligi tufayli birikkan qumtuproq miqdori kremniy ikki oksidining umumiy miqdori SiO_2 umumiy va erkin holda qolgan SiO_2 erkin miqdori

ayirmasi bilan ifodalanishi mumkin. Shuning uchun silikat modul quyidagicha yoziladi:

$$n = \frac{\%SiO_2_{ymym} - SiO_2_{apkun}}{\%Al_2O_3 - \%Fe_2O_3}$$

n sementdagi silikat minerallari bilan eruvchan minerallar (klinkerning alyumoferrit, alyuminat qismlari) o'rtasidagi nisbatni ko'rsatadi.

Oddiy portlandsementlar uchun silikat modul qiymati 1,7...3,5; sulfatga chidamli portlandsement uchun esa 1,7...4.

Gil-tuproq (alyuminat) moduli r alyuminiy oksid miqdorining temir oksid miqdoriga nisbatini ifodalaydi:

$$\rho = \frac{\%Al_2O_3}{\%Fe_2O_3}$$

ρ klinkerdagi uch kalsiy alyuminatning temir oksid bor birikmalarga nisbatini ifodalaydi.

Gil tuproq modul qiymati oddiy portlandsementlar uchun 1...3. Silikat modul katta qiymatga ega bo'lganda ham xom ashyo aralashmasini qovushtirib pishirish qiyinlashadi. Hosil bo'lgan sement sekin tishlashadi va sekin qotadi, biroq keyinchalik uning mustahkamligi yuqori bo'ladi. Alyuminat moduli kichik qiymatga ega bo'lganda portlandsementlar mineralashgan tuzlar ta'siriga chidamli bo'ladi.

ρ katta qiymatga ega bo'lganda esa sementlar tez tishlashadi va qotadi, ammo oxirgi mustahkamlik ko'rsatgichi past bo'ladi.

Silikat modul katta bo'lsa, klinkerda C_3A va C_4AF kam, ammo C_3S va C_2S ko'p, gil-tuproq modul katta bo'lsa, klinkerda C_3A juda ko'p, biroq C_4AF kam bo'ladi.

Tuyinish koeffitsienti (TK). Rus olimlari V.A.Kind va V.N.Yung tomonidan aniqlangan tuyinish koeffitsienti portlandsement klinker meneralogik tarkibining eng muhim xarakteristikasidir. Klinker minerallari orasida uch kalsiy silikat eng muhim mineral hisoblanadi, Portlandsement xossalari ko'p jihatdan ana shu silikatning

protsent miqdoriga bog'liq. Shu bilan birga, klinker tarkibida uch kalsiy silikat olish texnologik jixatdan juda murakkab. Qolgan uch tur silikat osongina hosil bo'ladi.

Shu narsa ma'lumki, ohak keragidan ko'p bo'lsa C_2S , C_3A va C_4AF ning hosil bo'lish jarayoni (shuningdek, CaO bilan CO_2 o'zaro ta'sir etishi tufayli $CaSO_4$ ning ham) uch kalsiy silikat faqat ancha yuqori ($1300^{\circ}C$ dan ko'p) temperaturada va kuydirilayotgan aralashmada suyuq faza bo'lgandagina ikki kalsiy silikatning ohak bilan tuyinishi hisobiga hosil bo'ladi.

Shunday qilib portlandsement klinkerini ishlab chiqarishda $2CaO \cdot SiO_2$ ni $3CaO \cdot SiO_2$ ga aylantirish va klinkerda kerakli miqdorda $3CaO \cdot SiO_2$ hosil qilish kerak. Ammo klinkerda erkin ohak qolmasligi kerak, ya'ni CaO dan C_3S , C_3A va C_4AF hosil qilish uchun ular kerakli miqdorda bo'lishi lozim. Bu vazifa qanchalik aniq bajarilaetgani to'yinish koeffitsientining (TK) qiymatidan aniqlanadi.

Unda yutilgan (alyuminiy oksidning uch kalsiy alyuminatga, temir oksidning bir kalsiy ferritga¹ va sulfat kislota angidridining kalsiy sulfatga aylanguncha tuyinishidan ortgan ohak) ohak miqdorining qumtuproq uch kalsiy silikatgacha ohakka tuyinishi uchun zarur bo'lgan ohak miqdoriga nisbati beriladi.

Klinker mineralari tarkibiga kiruvchi oksidlarning molekulyar og'irliklariga qarab qumtuproq $2CaO \cdot SiO_2$ gacha, gil-tuproq $3CaO \cdot Al_2O_3$ gacha, temir oksid $CaO \cdot Fe_2O_3$ gacha va sulfat kislota angidridi $CaSO_4$ gacha to'la to'yinishi uchun talab qilinadigan SiO_2 miqdorini hisoblash mumkin ($CaSO_4$ ikkita, ya'ni CaO va SO_3 oksidlaridan iborat deb olinadi).

Uch kalsiyli silikatda kalsiy oksidning og'irligi bo'yicha kremniy oksidga nisbati $\frac{3CaO}{SiO_2} = \frac{168}{60} = 2,8$ ga teng. Demak, $3CaO \cdot SiO_2$ hosil bo'layotganda SiO_2 ning har bir og'irlik qismi 2,8 og'irlik qism CaO yutadi.

Xuddi shunday yul bilan Al_2O_3 ning bir og'irlik qismi ($3CaO \cdot Al_2O_3$ hosil bo'layotganda) 1,65 og'irlik qism CaO ni ($\frac{3CaO}{Al_2O_3} = \frac{168}{102} = 1,65$), bir og'irlik qismi

¹Бу ерда тўрт кальций алюмофerrит ($4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$) икки модда, яъни уч кальций алюминат ($3CaO \cdot Al_2O_3$) ва бир кальций ferrит ($CaO \cdot Fe_2O_3$) йиғиндиси сифатида олиниши мумкин.

Fe_2O_3 esa ($\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ hosil bo'layotganga) 0,35 og'irlik qism CaO ni ($\frac{\text{CaO}}{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{56}{100} = 0,35$), bir og'irlik qism SO_3 (CaSO_4 hosil bo'layotganda) 0,7 og'irlik qism CaO ($\frac{\text{CaO}}{\text{SO}_3} = \frac{56}{80} = 0,7$) yutishni aniqlash mumkin.

Klinker minerallaridagi ohak va kislota oksidlarining og'irlik nisbatlari ma'lum bo'lsa, qancha CaO kerakligini kislota oksidlari orqali ifodalash mumkin. C_2S hosil bo'lishi uchun 2,8 SiO_2 va C_3A ga 1,65 Al_2O_3 ; CF ga 0,35 Fe_2O_3 va CaSO_4 ga 0,7 SO_3 talab qilinadi. Bu ma'lumotlardan foydalanib to'yinish koefitsienti formulasini quyidagicha yozish mumkin:

$$TK = \frac{(\text{CaO}_{\text{yumum}} - \text{CaO}_{\text{epkin}}) - (1,65\text{Al}_2\text{O}_3 - 0,35\text{Fe}_2\text{O}_3 - 0,7\text{SO}_3)}{2,8(\text{SiO}_2_{\text{yumum}} - \text{SiO}_2_{\text{epkin}})}$$

Bu formuladan suratdagi Al_2O_3 , Fe_2O_3 va SO_3 lar C_3A ; CF va CaSO_4 gacha to'yingandan keyin qolgan ohak miqdorini, maxraji esa qumtuproqning C_3S gacha to'yinishi uchun zarur bo'lgan ohak miqdorini ifodalaydi. Surat bilan maxraj teng bo'lsa, tuyinish koefitsienti 1 bo'ladi. Bunday klinker tarkibida ikki kalsili silikat bo'lmaydi. Qumtuproqning C_3S gacha to'la tuyinishini qiyinlashtiradigan bir qator texnologik faktorlar tufayli qiymati 1 ga teng bo'lgan tuyinish koefitsientiga erishish amalda juda qiyin. Shuning uchun tuyinish koefitsienti odatda 1 dan kichik bo'ladi. Oddiy portlandsement uchun $TK=0,80\dots 0,95$. Demak, bunday portlandsement tarkibida C_3S dan tashqari ikki kalsili silikat ham bor. Tuyinish koefitsienti qanchalik kichik bo'lsa, klinkerda C_2S shuncha ko'p, C_3S esa kam bo'ladi.

Shunday qilib, tuyinish koefitsienti qiymatlari va ikki modulga qarab portlandsement klinkerining sifati haqida fikr yuritish mumkin.

Portlandsement klinkeri mineralogik tarkibini aniqlash. Klinkerning mineralogik tarkibi kimyoviy analiz ma'lumotlari va tuyinish koefitsienti qiymati bo'yicha hisoblab aniqlanadi.

Kalsiy silikatlar C_3S va C_2S miqdorini hisoblashda silikatlar *asoslilik darajasi* (AD) degan tushunchadan foydalaniladi. AD deganda bir molekula SiO_2 ga to'g'ri

keladigan CaO molekulalari soni tushuniladi. Masalan, C_2S ning asoslilik darajasi 2 ga, C_3S ning asoslilik darajasi esa 3 ga teng. Klinkerdagi silikatlarining asoslilik darajasi 3 ga teng bo'lsa, u holda hamma kremniy ikki oksid ohak bilan uch kalsiy silikat holida, AD 2 ga teng bo'lsa, ikki kalsiy silikat holida bog'langan bo'ladi. AD ning oraliqqiymatlari klinkerda C_3S dan tashqari C_2S ham borligini ko'rsatadi. Modomiki, to'yinish koeffitsienti 1 ga teng bo'lganda hamma kremniy ikki oksid ohak bilan C_3S holida bog'langan. TK 1 dan kichik bo'lsa, klinkerda C_2S bor bo'ladi, har qaysi portlandsement klinkeri uchun silikatlar asoslilik darajasini quyidagicha belgilash mumkin:

$$AD = 3TK$$

Klinkerdagi uch kalsiy silikatning protsent miqdori qum-tuproq protsent miqdoriga qarab aniqlanadi. Chunki yuqorida aytilganidek, uch kalsili silikatda har 1% SiO_2 ga 2,8 % CaO to'g'ri keladi. Ular o'zaro ta'sirlashib 3,8% C_3S hosil bo'ladi. U vaqtda klinkerdagi C_3S ning miqdorini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\%C_3S = 3,8 \cdot SiO_2(AD - 2)$$

yoki

$$\% C_3S = 3,8SiO_2(3TK - 2).$$

Formuladan ko'rinib turibdiki, ayirma $(3TK - 2)$ 1ga teng bo'lsa ($AD=3$), klinkerning hamma qum tuprog'i C_3S holida birikkan bo'ladi.

C_2S ning miqdorini aniqlash uchun formula quyidagi ko'rinishga keltiriladi:

$$\%C_2S = 2,87 \cdot SiO_2(3 - AD)$$

yoki

$$\% C_2S = 2,87SiO_2(3 - 3TK).$$

Chunki ikki kalsili silikatda har 1% SiO_2 ga 1,87% CaO to'g'ri keladi. Ular o'zaro ta'sirlashib 2,87 % C_2S hosil qiladi.

Ikkinchi formula $AD - 3$ ($TK - 1$) bo'lganda klinkerdagi C_2S miqdori nolga tengligini ko'rsatadi.

Klinkerdagi giltuproq (Al_2O_3) C_3A va C_4AF holida bog‘langan bo‘ladi. C_4AF holda birikkan giltuproqning protsent miqdori har 1% Fe_2O_3 ning 0,64% Al_2O_3 ni biriktirishiga qarab aniqlanishi mumkin:

$$\rho = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3} = \frac{102}{160} = 0,64$$

Klinkerdagi qolgan giltuproq C_3A ni hosil qiladi. 1% ortib qolgan Al_2O_3 esa 1,65% CaO bilan o‘zaro ta’sir etib, 2,65% C_3A ni beradi. Bu sharoitda uch kalsili aluminat miqdori kuyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\%C_3A = 2,65 (\%Al_2O_3 - 0,64\%Fe_2O_3)$$

Qavs ichidagi ayirma C_4AF hosil bo‘layotganda Fe_2O_3 yutgan giltuproq miqdorini ifodalaydi.

Turt kalsili alyumoferrit ilgari qabul qilingan shartga ko‘ra ikki modda, ya’ni C_3A va CF dan iborat deb qaraladi. Har 1% CaO 0,35% Fe_2O_3 bilan o‘zaro ta’sir etib, 1,35% CF hosil qilishi hisobga olinsa, C_4AF ning miqdori kuyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\%C_4AF = 2,65 \cdot 0,64\%Fe_2O_3 - 1,35\%Fe_2O_3$$

$2,65 \cdot 0,64 \cdot \%Fe_2O_3$ ko‘paytma C_4AF ning tarkibida C_3A holida birikkan giltuproq miqdorini ko‘rsatadi.

1% Fe_2O_3 ning 3,04% C_4AF hosil qilishi ham aniqlangan. U vaqtda C_4AF protsent miqdori oddiyroq formula bo‘yicha xisoblanishi mumkin:

$$\%C_4AF = 3,04 \cdot \%Fe_2O_3$$

Keltirilgan formulalardan foydalanib, klinkerning mineralogik tarkibini kimyoviy analiz ma’lumotlari bo‘yicha aniqlash mumkin. Formuladagi SiO_2 va CaO ning protsent miqdori ularning birikkan holdagi miqdoriga teng. Bu miqdor shu oksidlarning klinkerdagi umumiy miqdori bilan erkin holdagi miqdori ayirmasi tariqasida aniqlanadi.

4- §. Klinkerlar klassifikatsiyasi va portlandsement turlari

S.D.Oqoroqov klinkerlardagi asosiy minerallar yig'indisini $C_3S+C_2S=75\%$; $C_3A+S_4AF=25\%$ deb qabul qilib, klinkerlarning quyidagi klassifikatsiyasini taklif qildi (19-jadval).

Agar klinker birdaniga ko'p miqdorda silikatli minerallar yoki eruvchan minerallar yig'idisidan iborat bo'lsa, ular misol uchun alit-alyuminatli, belit-alyuminatli va hokazo deb ataladi yoki klinker mineralogik tarkibini o'zgartirib va ular asosida turli qo'shilmalar bilan sement tayyorlansa, turli qurilish xossalariga ega bo'lgan gidravlik bog'lovchi moddalarni tayyorlash mumkin.

19-jadval

Klinker	Tahminiy miqdori, mass. %			
	C_3S	C_2S	S_3A	S_4AG'
Alitli	60 ko'pi bilan	15 kamida	-	-
Normal (alit miqdoriga ko'ra)	60...37,5	15...37,5	-	-
Belitli	37,5 kamida	37,5 ko'pi bilan		
Alyuminatli	-	-	15 ko'pi bilan	10 kamida
Normal (alyuminatli miqdoriga ko'ra)	-	-	15...7	10...18
Selitli	-	-	7 kamida	18 ko'pi bilan

Hozirgi kunda portlandsementning quyidagi asosiy turlari ishlab chiqarilmoqda:

1. Tarkibida 30...70% donador domna toshqoli bo'lgan portlandsement.
2. Tarkibida 20...45% putssolan qo'shilmasi bo'lgan putssolan portlandsement.
3. Tez qotuvchan portlandsement.
4. Plastik va gidrofob portlandsement.
5. Tarkibida ko'pi bilan 50% C_3S va 5% C_3A bo'lgan sulfatga chidamli portlandsement.
6. O'rtacha ekzotermiyali portlandsement.
7. Oq va rangli portlandsementlar.

7-bob. Portlandsement texnologiyasi

1- §. Xom ashyo materiallari va yoqilg'i

Portlandsement klinkeri ishlab chiqarishda xom ashyo sifatida tarkibida kalsiy karbonat ko'p bo'lgan karbonat jinslar va tarkibida kremniy oksid, alyuminiy oksid hamda temir oksid bo'lgan gillar, shuningdek, gil va kalsiy karbonatning tabiiy aralashmalari (mergellar) ishlatiladi. Keyingi yillarda portlandsement ishlab chiqarishda gilni butunlay ishlatmaslik yoki qisman ishlatish maqsadida, nordon va asosan domna shlaklari, nefelin chiqindilaridan foydalanilmoqda. Shuningdek, gips yoki angidridni gil bilan aralashtirib, portlandsement, sulfotsement va SO_2 gazi olishning kompleks texnologiyasi ishlab chiqilgan. Bu texnologiya sulfat kislota kam ishlab chiqariladigan mamlakatlarda yo'lga qo'yilgan.

Nefelin shlami chiqindi sifatida alyuminiy oksid ishlab chiqaruvchi sanoatda hosil bo'ladi. Uning tarkibida 25...30% SiO_2 ; 2...5% Al_2O_3 ; 3...5% Fe_2O_3 ; 50...58% CaO va 3...8% boshqa oksidlar, chunonchi 1,5...3% ishqorlar bor. Tarkibida shuncha CaO bo'lgan materialga 15...20% ohaktosh qo'shib, portlandsement ishlab chiqarish uchun xom ashyo aralashmasini tayyorlash mumkin.

Nefelin shlami ishlatish pechlar unumdorligini 20...30% ga oshiradi va yoqilgi sarfini 25% ga kamaytiradi.

40...50% gacha tarkibida kalsiy oksidi bo'lgan domna shlaklari ham portlandsement ishlab chiqarish uchun qimmatli homashyo hisoblanadi. Hozircha ular ko'p miqdorda ishlatilmaydi, lekin ular asosida yirik portlandsement ishlab chiqarish korxonalarini tashkil qilish mumkin.

Gil suvda osongina ivib, bo'shashib ketadigan mayda dispers ikkilamchi tog' jinslaridan iborat. Ular bitta konning o'zida mineralogik va granulometrik (donadorlik) tarkibi jixatdan juda xilma-xil bo'lishi bilan farq qiladi. Ko'pincha gil tarkibida ko'p miqdorda tog' jinslari, ularning siniq parchalari — shag'al, qum va tosh holdagi dag'al qo'shilmalar bo'ladi. Shuning uchun ularni oldindan yaxshilab saralab olish zarur.

Gillning mineralogik tarkibi asosan suv, alyumosilikatlar va kvarsdan iborat. Gillarning kimyoviy tarkibida asosan uchta oksid bor: kremniy oksid (60-80%), alyuminiy oksid (5...20%) va temir oksid (3...15%). Gilda oz miqdorda karbonat tuzlari holida kalsiy va magniy oksidlari uchrashi mumkin. Lekin gillarning ba'zi turlarida kalsiy oksid 25% gacha, magniy esa 3% gacha bo'ladi (bularga slanets, lesslar misol bo'ladi).

«Lyoss» so'zi xalqaro termin bo'lib, tuzilishi jixatdan fizik, mexanik, mineralogik va kimyoviy tarkibga ega. U er yuzining ma'lum rayonlarida vujudga kelgan, to'rtlamchi davrda paydo bo'lgan tog' jinsidir.

Geologlarning tekshirishicha, lyoss deb ataluvchi tog'jinslari planetamizda keng tarqalgan bo'lib, ular Evropa, Osiyo va Amerika qit'alarida ko'plab uchraydi. Lyosslar o'ziga xos tog'jinsi hisoblanib, kimyoviy va fizikaviy xossalari bilan boshqa jinslardan farqlanib turadi (20-jadval).

Gillar tarkibida SO_3 , Na_2O , va K_2O kabi eruvchan tuzlar xam uchraydi. Bu esa maqsadga muvofiq emas. Klinker ishlab chiqarish uchun foydalaniladigan gillarda bu tuzlarning miqdori iloji boricha kam bo'lishi kerak.

Kalsiy karbonatning jinslar tabiatda ohaktosh, bo'r, ohaktosh-chig'anoq va marmar holida uchiraydi. Karbonat jinslarining marmardan boshqa hamma turlari portlandsement ishlab chiqarishda ishlatiladi. Gillar singari ohaktosh va bo'rning ham, cho'kindi jins bo'lgani uchun, kimyoviy tarkibi va fizik xossalari juda xilma-xildir.

20-jadval

Aniqlash usullari	Miqdori					
	Lyoss jinslarining rayonlar bo'yicha tarkalishi					
	Toshkent	Samarqand	Toshkent oldi	Angren	Qarshi	Mirzacho'l
1. Granulometrik tarkibli fraksiyalar (%hisobida)						
Qum	14,00	8,31	11,06	9,00	11,40	8,2
Chang	73,0	79,82	49,12	79,00	74,00	80,2

Gil	13,00	11,97	8,76	8,00	14,60	7,1
2. Mineral tarkibli (%hisobida solishtirma og'irligi 2750 kg/m ³ bo'lganda)	87,00	88,61	93,74	95,70	98,00	94,26
Engil fraksiya	43,00	39,43	32,28	35,23	41,50	31,22
Shu jumladan kvars	22,00	25,96	22,58	37,53	30,70	24,64
Dala shpati	22,00	23,22	28,88	22,94	15,80	29,38
Gil minerallari						
3. Suvda eruvchan tuzlar miqdori, mg/ekv hisobida	35,80	17,90	3,20	10,20	0,50	40,00
HSO ₃	8,0	1,90	5,93	4,19	4,20	-
Cl	11,00	30,20	44,31	35,80	11,39	10,00
SO ₄						
4. Kimyoviy tarkibi miqdori (% hisobida)						
SiO ₂	33,20	52,60	59,27	49,00	57,01	56,00
Al ₂ O ₃	11,40	10,94	15,00	14,00	14,37	13,31
CaO	13,60	11,79	11,00	10,00	9,81	5,51
CO ₂	8,80	9,32	9,50	5,20	4,90	3,20
Fe ₂ O ₃	2,70	3,24	3,20	2,30	3,1	1,75
MgO	0,55	3,19	4,10	5,00	4,8	8,00
5. Karbonat tuzlarning miqdori (% hisobida)	28,50	20,70	26,20	22,30	21,00	26,80
6. Gumus miqdori (% hisobida)	-	0,23	0,28	0,33	0,83	0,30
7. Namligi (% hisobida)	10,51 1770	6,30 1420	8,61 1340	8,40 1470	6,00 1380	18,45 1550
8 Hajimiy massa, kg/m ³						
9. G'ovakligi (% hisobida)	38,00	49,20	51,20	47,00	51,40	44,00

Kimyoviy sof kalsiy karbonat tarkibida 56% CaO va 44% CO₂ bo'ladi. Biroq, tabiatda faqat kalsiy karbonatdan iborat sof ohaktoshlar kam uchraydi. Portlandsement ishlab chiqarishda ishlatiladigan ohaktoshlar tarkibida CaO dan

tashqari qumtuproq (8% gacha), giltuproq (2% gacha), temir oksidlar (1% gacha), magniy oksid (2% gacha) va SO_3 (1% gacha) bo'lishi mumkin.

Kalsiy karbonat jinslarining zichligi va mustahkamligi keskin o'zgarib turadi, ya'ni tabiatda kristall strukturali, juda zich ohaktoshlar va yumshoq, po'k jinslar (bo'r) ham uchraydi. Portlandsement ishlab chiqarishning texnologik sxemasi tanlanayotganda turli kalsiy karbonat jinslarining fizik xossalari hisobga olinadi.

Mergellar gilsimon moddalar va juda mayda kalsiy karbonat zarrachalarining tabiiy aralashmasidan iborat cho'kindi tog' jinsi hisoblanadi. Mergellar borligiga qarab, ohaktoshli mergel (90...95% CaCO_3), ohaktosh karbonatli mergel (20...90% CaCO_3) va mergel (50...70% CaCO_3) ga bo'linadi. Taxminan 65% CaCO_3 va 25% gildan tashkil topgan mergellar juda qimmatbaho xom ashyo hisoblanadi. Bunday mergel kuydirilgandan so'ng kimyoviy tarkibi bo'yicha klinkerga o'xshab ketadi. Shuning uchun uni ishlatish bilan portlandsement ishlab chiqarish sxemasi ancha soddalashadi. Tarkibidagi CaCO_3 miqdori bo'yicha sun'ny tayyorlangan xom ashyo aralashmasiga mos keladigan mergellar sement sanoatida «natural» deb ataladi. Mergellar ham, kalsiy karbonat jinslari singari, fizik xossalari bo'yicha bir-biridan keskin farq qilishi mumkin. Ba'zi mergellar zich strukturali va mustahkam bo'lsa, boshqalari bo'r singari yumshoq va po'k bo'ladi.

Muvofiklashtiruvchi qo'shilmalar. Ikki asosiy tashkil etuvchi ohaktosh va gil nisbatini o'zgartirish bilan talabqilingan kimyoviy tarkibdagi klinker olish hamma vaqt qulay bo'lavermaydi. Shuning uchun ko'pincha uchinchi, ba'zan esa to'rtinchi komponent tarkibida klinker oksidlaridan birining miqdori ko'p bo'lgan to'g'rilovchi qo'shilmalar qo'shishga to'g'ri keladi. Xom ashyo aralashmasiga tarkibida SiO_2 qumtuprog'i ko'p bo'lgan moddalar (trepel, opoka, diatomit) qo'shib ko'paytiriladi. Xom ashyo aralashmasi tarkibida temir oksid etishmasa, kolchedan kuyindi qo'shiladi. Sergil giltuproqlar qo'shish natijasida klinker tarkibidagi giltuproq ham ko'payadi. Respublikaga kolchedan kuyindisi chet mamlakatlardan keltiriladi. Olmalik kon-metallurgiya va Bekaboddagi O'zbekiston metallurgiya kombinatining temirga boy chiqindilaridan foydalanmoqda.

Karbonat jinslar, gil va to'g'rilovchi qo'shilmalar klinker ishlab chiqarish uchun zarur xom ashyo hisoblanadi. Portlandsement tayyorlanayotganda esa, yuqorida aytib o'tilganidek, klinker gips va aktiv mineral (gidravlik) yoki inert qo'shilmalar bilan birga maydalab tuyiladi. Gips qo'shilmasi sifatida ikki molekula suvli gips- $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, ya'ni gips-tosh ishlatiladi. Gips-tosh qurilish gipsini tayyorlashda xom ashyo hisoblanadi.

Yoqilg'i. Hom ashyo materiallarini kuydirish uchun qattiq, suyuq va gaz simon yoqilg'i ishlatiladi. Suyuq va gazsimon yoqilg'i eng yaxshi yoqilg'i hisoblanib, ularni yoqqanda kul hosil bo'lmaydi. Qattiq yoqilg'idan foydalanganda kuli klinker tarkibiga qo'shib ketadi va u klinkerning faqatgina kimyoviy tarkibini o'zgartiribgina qolmay, balki klinker tarkibidagi magniy oksid va SO_3 miqdorini ham ko'paytirib yuboradi. Shuning uchun xom ashyo aralashmasini hisoblayotganda yoqilg'idan qancha kul hosil bo'lishi va kulning kimyoviy tarkibi hisobga olinishi kerak.

Gazsimon va suyuq yoqilg'i ishlatilsa ishlab chiqarish ancha soddalashadi, kuydirish rejimi, klinkerning sifat ko'rsatkichlari qat'iy barqarorlashadi. Qattiq yoqilg'i ishlatganda esa bunga erishish qiyin.

Aylanma pechlar bilan jixozlangan sement zavodlarida suyuq yoqilg'i sifatida $30...35^\circ\text{C}$ gacha past temperaturada qotib qoladigan serparafin mazut ishlatiladi. Mazut pechga 2,5 MPa gacha bosim ostida forsunkalar bilan purkab uzatiladi. Mazut suyuqligi unchalik qovushoq bo'lmagani taqdirdagina u forsunkada yaxshi purkaladi. Mazutning qovushoqligini kamaytirish uchun u $60...80^\circ\text{C}$ temperaturagacha qizdiriladi.

Sement sanoatida gazsimon yoqilg'i sifatida tabiiy gaz ishlatiladi. Gazning issiqlik berish ishi juda yuqori, uni istalgan joyga va pechga uzatish murakkab emas. Gazsimon yoqilg'ini yoqishdan oldin unga biror ishlov berishning keragi yo'q, shuningdek, bu tur yoqilg'i arzon bo'lib, shu sifatlariga ko'ra tabiiy gaz sement sanoati uchun eng qulay yoqilg'i hisoblanadi. Tabiiy gaz ishlab chiqarish ko'payishi bilan ko'plab sement zavodlari ham gazsimon yoqilg'ida ishlashga o'tkazildi.

Gazsimon yoqilg'ini ishlatish pechlar unumdorligini oshiradi, yoqilg'i sarfini 5% gacha, elektr energiyasi sarfini esa 10% gacha kamaytiradi, mehnat unumdorligini 7...10% gacha oshiradi. Biroq tabiiy gaz hamma erda ham bo'lavermaydi, suyuq yoqilg'idan foydalanish esa qimmatga tushadi. Shuning uchun ko'pgina zavodlar qattiq yoqilg'ida ishlaydi.

Klinker kuydirilganda toshko'mir, antratsit, ko'ng'ir ko'mir va yoquvchi slanets ishlatiladi.

Qattiq yoqilg'i aylanma pechga kukun holida yuboriladi. Yoqilg'i kukun holiga kelguncha maydalanganda zarralarining yonish jarayoni tezlashadi va juda mayda dispers kul hosil bo'ladi. Zarralar yirik bo'lsa yoqilg'i batamom yonib ulgurmaydi va qisman chala yongan holda klinker bilan chiqib ketadi. Natijada kuydirish temperaturasi ham, pechning foydali ish koeffitsienti ham pasayib ketadi.

Mayda dispers kul hosil qilish yana shuning uchun zarurki, kul qancha mayda bo'lsa, klinker uni batamom singdirib oladi va kul unda tekis joylashadi. Yoqilg'i 009 nomerli elakda 8...10% qoldiq qoladigan darajada maydalab tuyilishi kerak.

Serkul yoqilg'i juda mayin tuyilishi zarur. Zavodga kelgan yoqilg'i ko'pincha ancha nam bo'ladi. Shuning uchun u bir marta quritib olinadi. Yoqilg'ini quritish tuyayotgan vaqtda yoki tuyishdan oldin bajariladi. Bir yo'la ham tuyib, ham quritish eng foydali va unumli usuldir.

2-§ Portlandsement ishlab chiqarish usullari

Portlandsement ishlab chiqarish ikki mustaqil jarayonga bo'linadi:

1. Klinker ishlab chiqarish (portlandsementning yarim maxsuloti tayyorlanadi);
2. Klinkerni qo'shilmalar bilan birga tuyish (portlandsement olish).

Birinchi jarayon juda murakkab bo'lib, uning bajarilishi katta kapital va ekspluatatsiya xarajatlari bilan bog'liq. Shuning uchun hamma vaqt portlandsement klinkerini tejash kerak. Chunki portlandsement ishlab chiqarish uchun sarflanadigan jami xarajatning ko'p qismi (70...80%) klinker qiymatini tashkil etadi.

Portlandsement klinkeri ishlab chiqarishda quyidagi asosiy texnologik bosqichlari bajariladi:

1. Ohaktosh va gil qazib olinadi;
2. Xom ashyo materiallari tayyorlanadi va maydalaniladi;
3. Yoqilg'i tayyorlanadi;
4. Xom ashyo materiallari kuydiriladi.

Klinkerni tuyish va portlandsement ishlab chiqarish uchun asosan quyidagi texnologik jarayonlar bajariladi:

1. Qo'shilmalar tayyorlanadi;
2. Klinker qo'shilmalar bilan birga tuyiladi;
3. Portlandsement omborga joylanadi.

Talab qilingan kimyoviy tarkibli bir jinsli xom ashyo aralashmasini hosil qilish uchun uning tarkibiga kiradigan materiallarni tayyorlash kerak. Bunday aralashmani tayyorlash uchun uning tarkibiga kiradigan materiallarning (ohaktosh, gil va muvofiklashtiruvchi qo'shilmalar) ning hammasi mayda qilib to'yiladi va yaxshilab aralashtiriladi. Aralashma tarkibiga kiradigan materiallar maydalab tuyilsa, xom ashyo aralashmasi tarkibidagi oksidlar kuydirilayotganda o'zaro yaxshiroq ta'sirlashadi. Xom ashyo iloji boricha maydalab tuyilsa, u kuydirilayotganda klinkerda ta'sir etishmay qolgan moddalar deyarli butunlay bo'lmaydi. Bu vaqtda hamma oksidlar minerallar holida bog'langan bo'ladi. Klinker ishlab chiqarishning ikki usuli mavjud bo'lib, ular biri ikkinchisidan xom ashyo aralashmasini kuydirishga tayyorlash texnologiyasi bo'yicha farq qiladi. Bular ho'l va quruq usullardir. Birinchi holatda xom ashyo materiallarini aralashtirish va maydalash ma'lum miqdordagi suv ishtirokida amalga oshiriladi. Xom ashyo komponentlaridan iborat aralashma ko'rinishidagi qaymoqsimon konsistensiyali suspenziyani «shlam» deb ataladi. Ikkinchi holatda esa xom ashyo materiallari avvaldan yoki maydalash va aralashtirish jarayonida quritiladi, quruq xom ashyo komponentlarini birgalikda quruq maydalashdan hosil bo'luvchi mayda dispersli quruq kukuni esa – xom ashyo uni deb

yuritiladi. Quruq usul klinker hosil qilish uchun kerakli issiqlikni sezilarli (1,5–2 marta) tarzda kamaytirishga imkon beradi

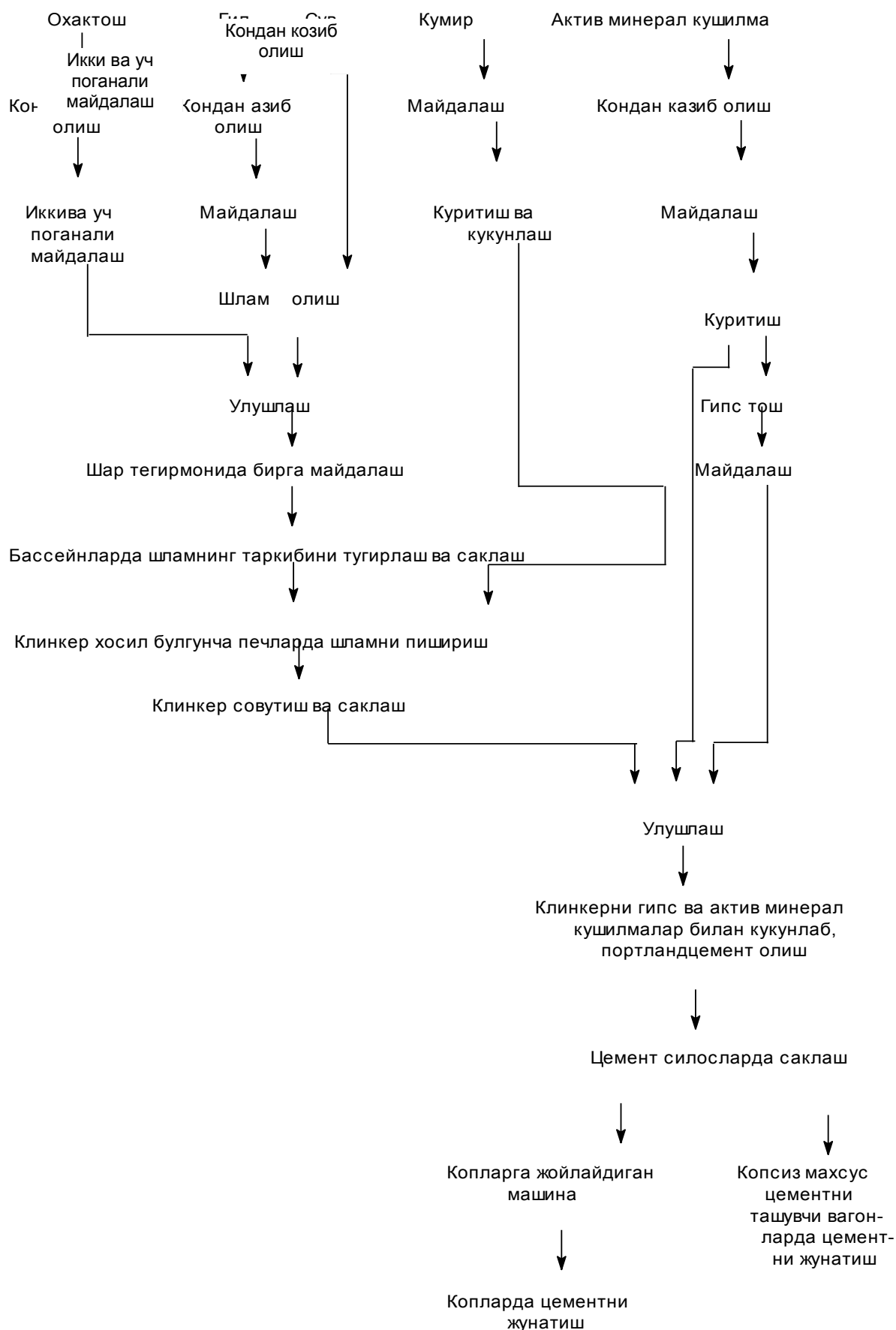
Quruq usulda klinker olishda kuydirish uchun sarflanuvchi issiqlik sarfi 180–1100 kkal/kg, ho‘l usulda esa 1400–1600 kkal/kg klinker miqdorini tashkil etadi. Xom ashyo materiallarini quritish uchun kerak bo‘lgan issiqlikni hisobga olganda (120–150 kkal/kg klinker) quruq usulda, ho‘l usuldagi 1500 kkal miqdorga nisbatan olganda 1 kg klinkerga 900–1250 kkal/kg tashkil etadi. Oxirgi yillarda jahonning ko‘pgina mamlakatlarida, shu jumladan, O‘zbekistonda ham sementni quruq usulda ishlab chiqarish yo‘lga qo‘yilgan va qo‘yilmoqda, ammo ho‘l usul ulushi hamon yuqorligicha (50 % atrofida) qolmoqda.

Xom ashyo tayyorlash texnologiyasi xomashyo materiallari xususiyatlariga ko‘ra tanlanadi. Xom ashyo aralashmasi minimal tarzda ikki, ko‘pincha esa uch va hatto to‘rt komponentdan tashkil topadi. Xom ashyo aralashmasini tayyorlash uchun: a) CaCO_3 tutuvchi ohakli komponenti uning aralashmada bo‘lgan kerakli miqdoridan ko‘proq qilib olinishi lozim; b) tuproqli komponent ushbu komponentning kimyoviy tarkibi asosan SiO_2 va Al_2O_3 kislotali oksidlardan, shuningdek, ma’lum miqdorda Fe_2O_3 iborat bo‘ladi; v) bir yoki ikki kislotali oksidning aralashmada zaruriy miqdorga etkazilishi uchun xizmat qiluvchi korrektirlovchi (muvofiqlashtiruvchi) qo‘shimchalar qo‘shiladi. Xom-ashyo aralashmasi asosan 75–80 % karbonat va tuproqli 25–20% komponentlardan tashkil topadi. Ohakli va tuproqli komponentlar sifatida: ohaktoshlar, tuproqsimon ohaktoshlar, ohaktoshli mergellar, tuproqsimon mergellar, ohaktoshli tuproq va tuproq kabi xomashyolardan iborat turli jinslardan foydalaniladi. Tabiiy tuproqli xomashyo o‘rniga: asosli va nordon domna shlaklari, nefelinli shlam, yonuvchi slanetslarning kullari kabi turli ishlab chiqarish chiqindilaridan foydalaniladi.

Sement ishlab chiqarishning quruq usulida xomashyo komponentlari maydalovchi uskunalarda maydalanadi, qurituvchi barabanlarda quritiladi, so‘ng yanada maydalanishi uchun bir vaqtning o‘zida uzluksiz ravishda ishlovchi sharli quvursimon tegirmonlarda maydalanadi va aralashtiriladi. Xom ashyo unining jami

namligi tegirmonlar ichiga aylanma pechlar ichidan chiquvchi issiq tutun gazlari hisobiga 1–2 % gacha etkaziladi. Quruq xom ashyo uni maxsus vertikal siloslarga etkaziladi, bu erda uning tarkibi kerakligicha o'zgartiriladi. So'ng xomashyo uni uchun barcha hajmi bo'yicha o'rtalashtiriladi (gomogenizatsiyalanadi) va aylanma pechlarning sarflanma bunkerlariga uzatiladi. Garchi texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar jihatdan quruq usul afzalroq bo'lsa ham, xozirgi vaqtda qator mamlakatlarda, shuningdek Rossiyada va AQSHda ho'l usul keng tarqalgai. Quruq usul Yaponiya, Germaniyada va Italiyada keng tarqalgan. Xozirgi kunda mamlakatimizda ham «quruq» usulni ko'proq qo'llash tendensiyasi salmoqli o'rin olmoqda.

Ho'l usul. Portlandsementni «ho'l» usul bo'yicha ishlab chiqarishda asosiy texnologiya operatsiyalarni bajarish tartibi 24-rasmda berilgan.



24-Rasm.Portlandsementni «ho‘l» usul bo‘yicha ishlab chiqarishning texnologik sxemasi

3 § Ohaktosh va gilni qazib olish, tashish hamda xom ashyo aralashmasini tayyorlash

Ohaktosh bilan gil, odatda, sement zavodi yaqinidagi konlardan qazib olinadi. Ohaktosh portlatish yordamida qazib olinadi va vagonetkalar, platformalar yoki yukni o‘zi ag‘daradigan mashinalarda tashiladi.

Gilni qazib olish uchun bir cho‘michli (kamdan-kam hollarda ko‘p cho‘michli) ekskavatorlar ishlatiladi. Gil ham ohaktosh singari tashiladi. Ayrim vaqtlarda bu maqsadlar uchun gidrotransportdan foydalaniladi.

Yuqorida ko‘rsatib o‘tilgan transportdan tashqari, mahalliy sharoitlarga qarab, lentali transportyorlar (kon1 km gacha, ba‘zan esa 5... 8 km gacha uzoqda bo‘lsa) yoki zavod bilan kon orasi pastbaland yoki binolar qurilgan bo‘lsa, osma sim-arqon yo‘llardan foydalansa ham bo‘ladi.

Qazib odinadigan xom ashyo narxi turli korxonalarda bir-biridan farq qiladi. Transport xarajatlari esa xom ashyo umumiy sarfining 60% ini tashkil etadi.

Yog‘ingarchilik va sovuq kunlari yoki uskuna va transport vositalari buzilgan vaqtlarda ish to‘xtab qolmasligi uchun zavod hovlisida ohaktosh va gil zaxiralari bo‘lishi kerak. Buning uchun qo‘shimcha yuklash va tashish ishlarini bajarish lozim, bu esa iqlimi keskin o‘zgaradigan sharoitlarda zavodning normal ish tartibini ta‘minlaydi.

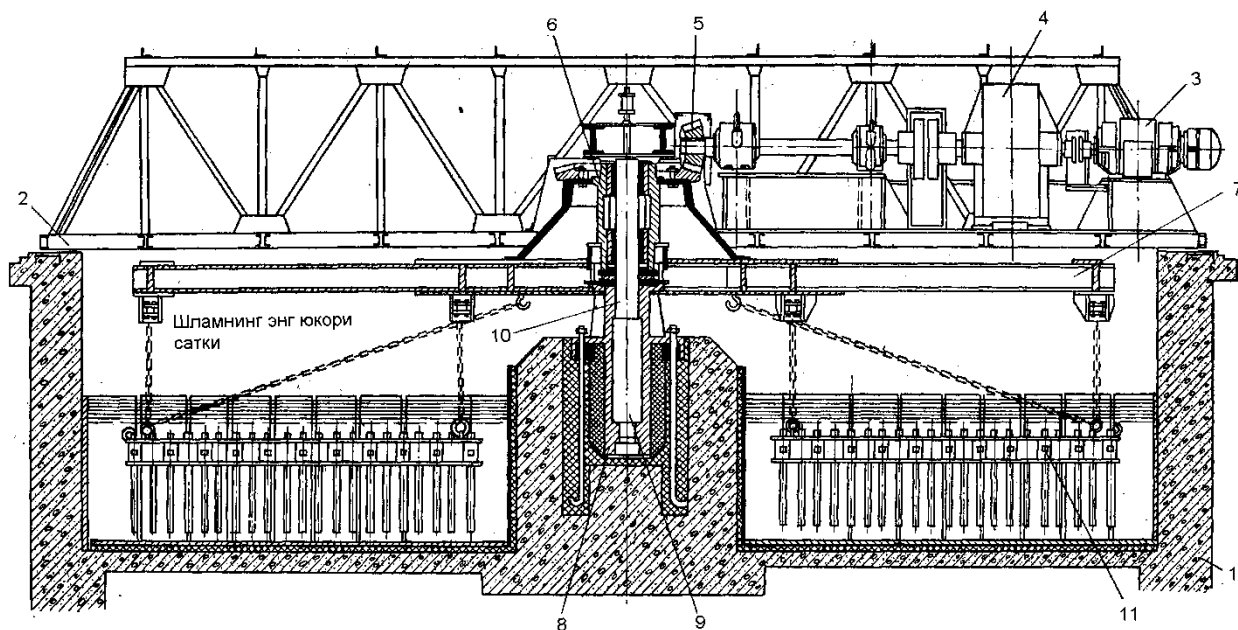
Ohaktosh kondan o‘lchami 500...800 mm va undan katta xarsang bo‘laklar tarzida olib kelinadi. Bitta apparatda ohaktoshni talab qilingan darajada maydalab tuyib bo‘lmaydi. Shuning uchun u ikki-uch marta maydalanadi. Avvaliga ohaktoshning yirik bo‘laklari 100...200 mm o‘lchamda, jag‘li maydalagichlarda bir marta maydalanib olinadi. Xom ashyo ikkinchi safar odatda, bolg‘ali va konus

maydalagichlarda 10...30 mm o'lchamgacha, so'ng oxirgi marta suyuq loy bilan shar tegirmonlarda maydalanadi.

Bu xom ashyo suvsiz maydalangandagiga nisbatan suvda yaxshi maydalanadi. Suvda maydalanganda materiallarning qattiqligi kamayadi. Ohaktosh tegirmonga avtomatik boshqariladigan va uzluksiz ishlaydigan tarozi yoki hajmiy dozalogichlar (ulushlagichlar) bilan uzatiladi. Bu maqsadlarda juda aniq ulushlayligan hajm ulushlagichlar o'rnatiladi, chunki ohaktosh gil bilan birga tuyiladi. Shu sababli bu ikki tashkil etuvchining nisbati aniq bo'lishi kerak.

Gil tegirmonga suyuq loy holida uzatiladi. Ohaktosh bilan gil birga maydalanishi tufayli tarkibiga kiradigan materiallar juda yaxshi aralashadi. Xuddi shu maqsadda muvofiklashtiruvchi qo'shilmalar ham tegirmonga uzatiladi (aralashma tarkibiga kirgan ikki asosiy materialning kimyoviy tarkibi talab qilingan tarkibli klinker olishni ta'minlay olmasligi ma'lum bo'lsa).

Gil aralashtirgich temir-beton basseyndan iborat bo'lib, uning tubi va devorlariga cho'yan plitalar qoplangan (25-rasm).



25-Rasm . Loy aralashtirgichi.:

1-temir-beton rezervuar, 2-privodli tuzilmasi bor ko‘prik, 3-elekt yuritgich, 4-reduktor, 5-tishli uzatgich, 6-stakan, 7-travers, 8-markaziy ustun, 9-stakan, 10-o‘q, 11—almashtirib turiladigan po‘lat tishli boronalar.

To‘sin romga zanjirlarda po‘lat panjaralar erkin holda osib quyilgan, maydalagichlarda bir sidra maydalab olingan gil (xaskashlar aylanib turganda) oz-ozdan aralashtirgichga uzatiladi. Gil bilan birga basseynga suv ham qo‘shiladi. Elekt dvigatel vositasida harakatga keltirilgan panjaralar ko‘pi bilan 3...5 mm o‘lchamda maydalangan gil kesaklarini suvda ivitadi. Shlam chiqib ketadigan darcha yirik loy bo‘laklarni ushlab qoladigan panjara bilan berkitilgan. Suyuq loy nasoslar vositasida ta‘minlagich bachoklariga uzatiladi. U erdan aralashma o‘lchov bachoklari orqali shar tegirmonlariga yuboriladi.

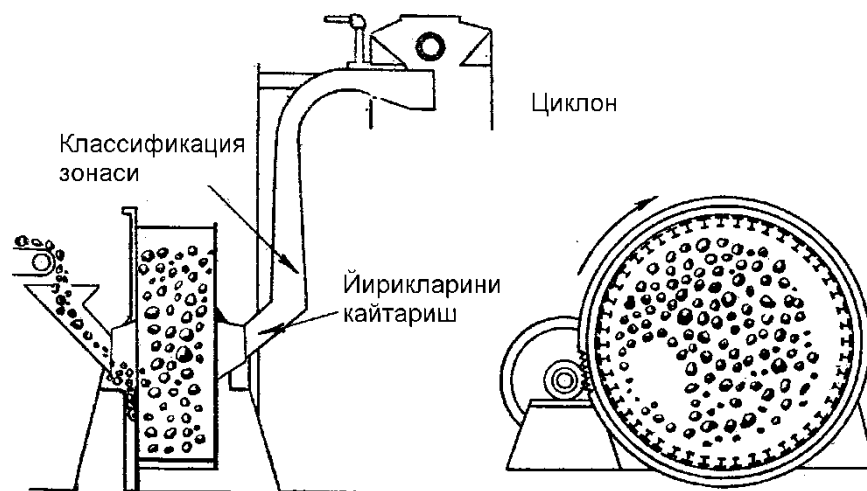
Loy tarkibidagi yirik qo‘shilmalar basseyin tubiga cho‘kadi va vaqti-vaqti bilan chiqarib tashlanadi.

Shlam (suyuq ohaktosh va loy aralashmasi) ning namligi 34...45% ga etganda ajratib olinadi. Gil aralashtirgichda maydalanganda, toshsimon qo‘shilmalar va qum loydan osongina ko‘chib tushadi. Gilni maydalash jarayonini tezlatish va uning yaxshi o‘tishi uchun issiq suv ishlatiladi.

Loy (gil) aralashtirgich basseyning diametri 8...12 m, unumdorligi esa 12...30 m³/soat. Elekt dvigatelning o‘rnatilgan quvvati 35...60 kVt.

Sement zavodlarida yumshoq xom ashyolarni ishlatishga ko‘p e‘tibor beriladi yoki juda samarali bo‘lgan rotorli tegirmonlardan ko‘proq foydalaniladi.

Ho‘l usul bo‘yicha xom ashyo aralashmasini tayyorlash sxemasida xom ashyo sifatida bitta qattiq komponent (ohaktosh) va ikkinchi yumshoq, suvda oson ivib ketadigan komponent (gil) ishlatiladi. Xom ashyo sifatida yumshoq bo‘r va tuproq ishlatilsa, ikkalasi ham aralashtirgichda bir vaqtda maydalanadi. Hosil bo‘lgan shlamning ivimagan kesaklarini ajratib olish uchun u elakdan o‘tkaziladi va yana aralashtirgichga solinadi. Yumshoq xom ashyoda toshsimon qo‘shilmalar bo‘lsa, elak ustidagi mahsulot shar tegirmonlarda maydalanib, so‘ngra shlam bilan aralashtiriladi.



26-Rasm. Maydalovchi jisimsiz barabanli tegirmon.

1-baraban, 2-qopqoq, 3-sapfa, 4-podshipniklar, 5-tojdor tishli g'ildirak.

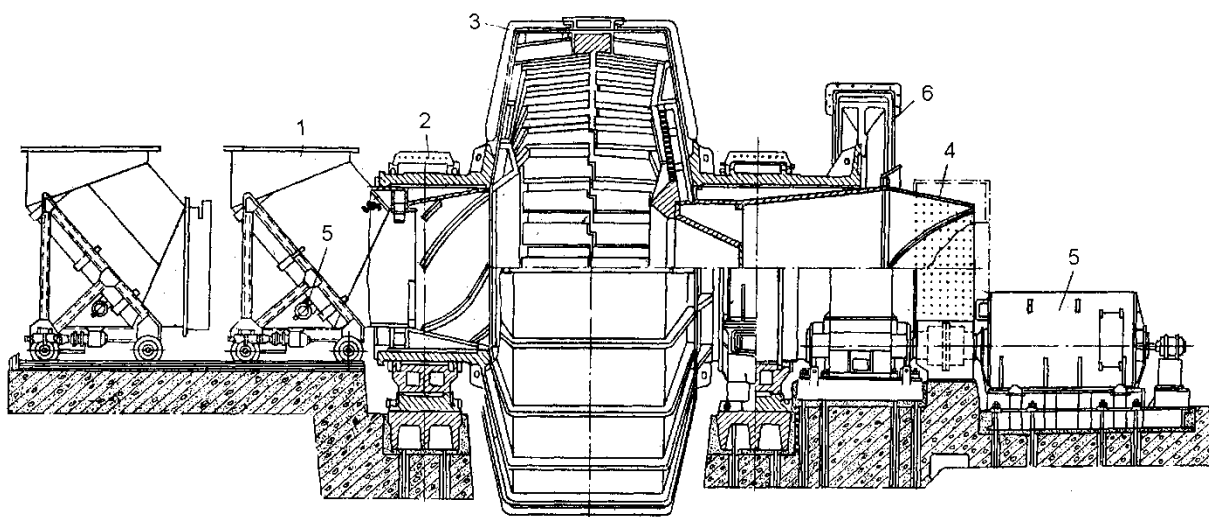
Shlam tayyorlashning uchinchi sxemasi ham bor: xom ashyo ikkita qattiq modda, ya'ni ohaktosh va zich gil mergeldan iborat bo'lgan hollarda ishlatiladigan sxema. Bu sxema bo'yicha bir marta maydalab olingan ohaktosh va mergel yana bir bor shar tegirmonlarda maydalanadi. So'nggi vaqtlarda, o'z-o'zicha materiallarni maydalash prinsipiga asoslangan, juda katta diametrli aylanuvchi barabanda materiallarni suv ishtirokida kaskad ko'rinishida pastga tashlab yuboruvchi, ya'ni to'kuvchi tegirmonlar ishlatila boshlandi (26,27 rasm). «Gidrofol» deb ataluvchi bunday tegirmon Sizran og'ir mashinasozlik zavodida tayyorlangan. Diametri 7 m bo'lgan bu baraban minutiga 13 marta aylanadi. Uning ichki qismi broneplitalar bilan qoplangan va materialni sochishga mo'ljallangan, bu broneplitalarga tokchalar ham o'rnatilgan. Baraban silindrik qismining uzunligi 2,3 m. Solinadigan materialning yirikligi 0,35...0,8 m gacha (bo'r uchun 0,5...0,8 m; ohaktosh uchun 0,35...0,45 m).

Bu tegirmon loy chayqatgich va shar tegirmonlarga nisbatan ancha samarali. Uning ishlab chiqarish unumdorligi 400...500 t/soat. Harakatga keltiruvchi elektr dvigatelning quvvati 1600 kVt. Aralashma bu tegirmondan so'ng shar tegirmonda mayin holga kelguncha maydalanadi.

Xom ashyo aralashmasini tayyorlashga ohaktosh, gil va qo'shilmalarni maydalash, dozalash, birgalikda komponentlarni mayin qilib kukunlash va aralashtirish, hosil bo'lgan aralashma tarkibini to'g'rilash va uni saqlash kiradi.

1t portlandsement tayyorlash uchun 2,5...3 t xom ashyo, ko'mir va klinker maydalash kerak. Shu ishlarni bajarishga sement ishlab chiqarish uchun sarflanadigan elektr energiyasining 60...80% sarf bo'ladi.

Xom ashyo aralashmasi shlam-basseynlarda aralashtiriladi, tarkibi to'g'irlanadi va saqlanadi, lekin aralashtirgan zahoti zarur kimyoviy tarkibli shlam olinmaydi.

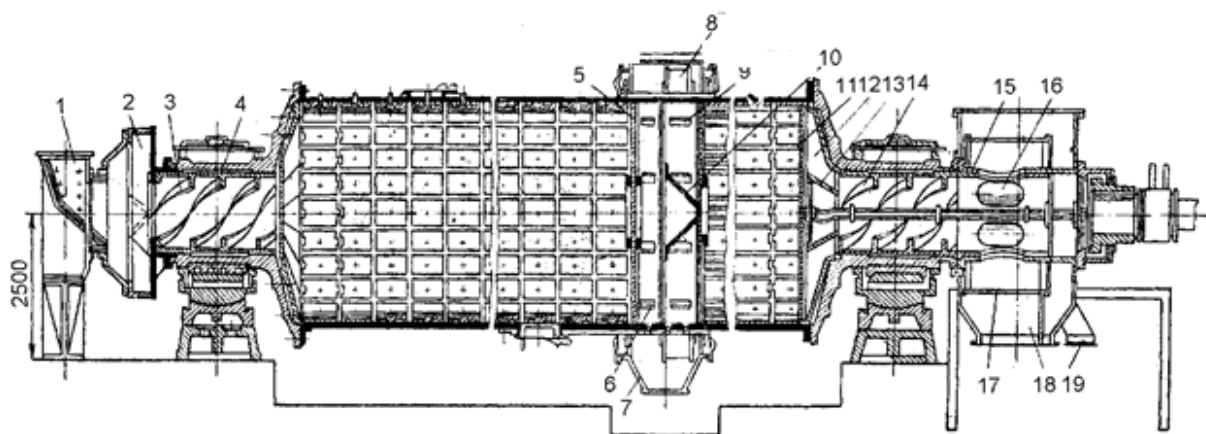


27-Rasm. «Ho'l» usulda maydalovchi barabanli tegirmon,
1-ta'minlagich. 2-vibrator, 3-baraban, 4-konussimon baraban saralagich, 5-elektr yuritgich, 6-tishli tojdor g'ildirak.

Bir kon chegarasidagina emas, hatto butun qatlam balandligida ham ohaktosh va gil kimyoviy tarkib jixatdan bir-biridan ancha farq qilishi mumkin. Shuning uchun bir marta ulushlashning o'zidayoq xom ashyo aralashmasi tashkil etuvchilarining zarur nisbatda bo'lishini ta'minlash qiyin. Shlamning kimyoviy tarkibi shlam-basseynlarda tegishlicha to'g'rilanadi. Shlam siqilgan havo yordamida aralashtiriladi.

Shlam tarkibi quyidagi tartibda to'g'rilanadi. Sharli tegirmonlardan (28-rasm) shlam nasoslar bilan shlam-basseynlarning bittasiga haydaladi. Boshqa basseyinga esa xuddi shunday yo'l bilan tayyorlangan shlam uzatiladi. Bu shlam avvalgisidan

kalsiy karbonat miqdori kam (yoki ko‘p)ligi bilan farq qiladi. Shlamni yaxshilab aralashtirib bo‘lingach, har qaysi basseyindagi shlamning kimyoviy tarkibi aniqlanadi va zarur kimyoviy tarkibli klinker olish uchun ikkala shlamdan qanday nisbatda olish kerakligi belgilanadi. Shlam belgilangan nisbatda olingandan so‘ng ikkala basseyindagi shlam nasos bilan uchinchi basseyinga solinadi. Bu erda yaxshilab aralashtirgach uning titri (CaCO_3 miqdori) aniqlanadi. Titri yo‘l ko‘yilgan miqdordan ko‘pi bilan 0,1% farqqilgan shlam kuydirish uchun kerakli va qulay hisoblanadi.



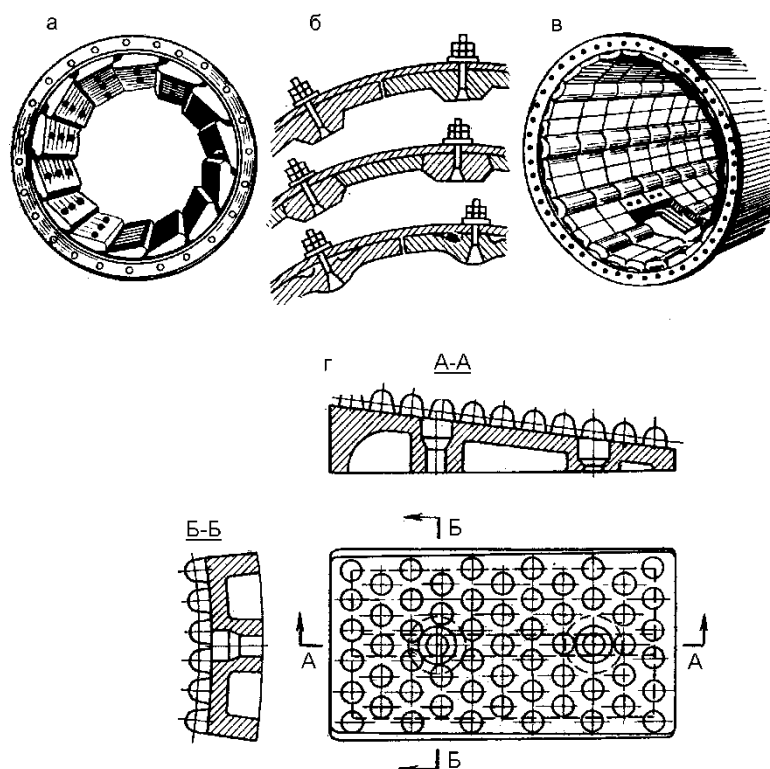
28-Rasm. Ikki kamerali trubasimon tegirmonning bo‘ylama kesimi:

1-qabul qilgich voronka, 2-ta‘minlagich, 3-trubashnek, 4-qopqoq, 5-kameralararo to‘siq, 7-yig‘gich-g‘ilof, 8-qabul qilgich patrubogi, 9-kurakchalar, 10-konus, 11-to‘r, 12-radial kurakchalar, 13-konus, 14-ichi bo‘sh sapfa, 15-bo‘shatgich patrubogi, 16-darcha, 17-elak, 18-maydalangan jismlar uchun mo‘ljallangan patrubok, 19-tayyor sement uchun mo‘ljallangan patrubok.

Kuydirish pechi uzluksiz ishlashi uchun (xom ashyo keragicha uzatilmay qolgan hollarda ham) shlam zaxirasi bo‘lishi kerak. Zavodlarda shlam saqlash uchun qo‘llanilayotgan shlam-basseynlar konstruksiyasi jihatdan vertikal yoki gorizontallarda bo‘lishi mumkin. Vertikal tipdagi basseynlardan, odatda shlamni to‘g‘rilash uchun foydalaniladi. Ularning hajmi $400 \dots 1000 \text{ m}^3$ gacha etadi. Bu basseynlarda aralashma pnevmatik yoki aralash pnevmomekanik usulda aralashtirilishi mumkin.

Zahira shlamni saqlash uchun xar birining sigʻimi 8000 m³ gacha boʻlgan gorizontall shlam-basseynlar quriladi. Gorizontall shlam-basseyn yumaloq temir-beton sigʻimdan iborat. Ularning diametri 25 m va undan ortiq boʻlishi mumkin. Eng yangi konstruksiyadagi bunday shlam-basseynlarda kranli aralashtirgichlar bor. Kranli aralashtirgichlar pnevmomexanik aralashtirish prinsipi boʻyicha ishlaydi.

Pnevmatik va mexanik usullardan bir vaqtning oʻzida foydalanish bir jinsli shlam tayyorlashga imkon beradi. Yangi qurilgan zavodlarda jumladan Qizilqumsement zavodida kukunlashtirilgan xom ashyo tarkibidagi CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ oksidlari avtomatik rentgenospektrometr yordamida aniqlanib, bu tarkib har soatda tekshirib turiladi.



29-Rasm. Tegirmonning bronefuterovkali plitalari:

a-zinapoyasimon, 6-bolt bilan mahkamlanadigan plitkli, v-boltsiz mahkamlanadigan plitali, g-zinasimon (poshnasimon) plitali.

Taxlillarning natijalariga qarab hisoblash mashinalari xom ashyolarning nisbatlarini qaytadan hisoblaydi, ulushlovchi mashinalarga yangi koʻrsatkichlarni

berib, xom ashyo tegirmonlarining to'g'ri ta'minlanishi va belgilangan tarkibli shlam olishni ta'minlaydi.

Shlam sarfini shlam-basseynlardagi sath o'lchagich signalizatori, shuningdek, ko'zatib turuvchi-elektrokontakt, membrana, radioaktiv sath o'lchagichlar kursatadi. Bu asbob eng aniq ishlaydigani radioaktiv cath indikatoridir. U radioaktiv izotopli (masalan, kobalt 60) quticha (konteyner) va radioaktiv nurlanishlar hisoblagichidan iborat. Konteyner va hisoblagich silosning qarama-qarshi devorlariga o'rnatiladi. Izotopdan chiqayotgan gamma nurlar silosdan o'tib, hisoblagichga tegadi. Silos bo'sh bo'lsa nurlanishlar ko'p, silos to'la bo'lsa kam bo'ladi.

Xom ashyo aralashmasi (shlam) ni kuydirish. Shlam ho'l yoki quriq usulda tayyorlangan bo'lishidan qat'iy nazar aylanma pechlarda kuydiriladi. Hozirgi aylanma pechlar po'latdan yasalgan barabandan iborat. Metallni yuqori temperatura ta'siridan saqlash va issiqlik kam isrof bo'lishi uchun pechning ichiga o'tga chidamli materiallar qoplanadi (futerovka qilinadi). Bu o'tga chidamli materiallar ishlash sharoitiga qarab tanlanadi. Qoplama sifatida A va B klassdagi shamot g'isht, giltuproq va magnezial o'tga chidamli g'isht ishlatiladi. Qoplama sifatida ancha arzon, o'tga chidamli beton ishlatish tajribasi ham bor. Ammo bu material hozircha faqat tajriba sifatida ishlatilmoqda.

Hozirgi kunda O'zbekiston zavodlarida klinkerning asosiy qismi 3x100, 4x150, 4,5x170, 5x60 va 7x90 m o'lchamli pechlarda ishlab chiqarilmoqda. Ularning bir sutkadagi klinker bo'yicha ish unumi 400, 800, 1200 va 1800 tonna. Solishtirma issiqlik sarfi 5000...6700 kJ/kg; har bir pech uchun solishtirma elektr energiyasi sarfi 25...26 kVt:soat/tonna klinkerni tashkil qiladi.

Pech uch xil tezlikda, ya'ni minutiga 0,5; 0,75 va 1 marta aylanishi mumkin. Tezlikni elektr dvigatelning aylanishlar sonini o'zgartirish bilan o'zgartirish mumkin. Pech 4⁰ gradus qiyalikda o'rnatilgan. Pech qiya o'rnatilgani uchun u aylanganida material baraban ichida pastga surilib tushadi. Pechning ko'tarilgan tomoni chang ushlagich kamerasiga kirib turadi. Tashqaridan havo kirmasligi uchun chang

kamerasi bilan baraban orasidagi tirqish maxsus tuzilmalar bilan zichlanadn. Shlam cho'michli ta'minlagich yordamida bachokdan truba orqali pechga oqib keladi.

Qarama-qarshi tomondan pechga ko'mir changi, chang-havo yoki gaz-havo aralashmasi bosim ostida purkaladi. Ko'mir yoki gaz qizib turgan bo'shliqqa tushib, pech boshidan taxminan 10 m masofada yonib ketadi. Hosil bo'lgan qizib ketgan tutun gazlari pech oxiriga o'rnatilgan ventilyator barabani yordamida so'rib tashlanadn. Kuydiriladigan material tutun gazlariga qarshi tomonga harakat qiladi. Qizib ketgan gazlar yaxshi qizimagan material bilan uchrashib unga o'z issiqligini beradi va soviy boshlaydi. Natijada tashqi havo temperaturasidagi suyuq shlam asta-sekin erib, uzoqlashmay, pishish temperaturasi (1450°C) gacha qiziydi. Qisman erib qovushib pishayotgan klinker, ayniqsa pechning aylanma harakati tufayli hosil bo'lgan klinkerning dumaloq donalari borgan sari zichlashib yuqori mustahkamlikka ega bo'la boshlaydi. So'ngra shu usulda hosil bo'lgan klinkerning dumaloq donalari pech oxirida sovuk havo oqimiga duch kelib, unga o'z issiqligini beradi va qotib qoladi. Isigan havo yoqilg'ining yonish zonasiga qisman qaytariladi, deyarli $1000\ldots 1100^{\circ}\text{C}$ gacha sovigan klinker esa pech barabanidagi teshikdan zanjirli rekuperatorning yoki panjarali sovitgichlarga to'kilib tushadi. Bu erda klinker $50\ldots 100^{\circ}\text{C}$ gacha sovitilib, so'ngra omborga jo'natiladi.

Sovitgichlar bir necha tipda bo'lishi mumkin: barabanli sovutgich (hozirgi kunda bunday sovutgichlar eskirib qolgan), rekuperatorli sovutgich, skrebkali va panjarali sovitgichlar. Xozirgi pechlarda rekuperatorli yoki panjarali sovitkichlar o'rnatilmoqda.

Rekuperatorli sovitgich bir necha po'lat barabanlardan iborat (uzunligi 150 m pechda 10 ta baraban bor). Bu barabanlar pechning sovuq tarafida pech aylanasi bo'yicha simmetrik joylashgan. Barabanlar pech korpusiga mahkamlangan va biridan ikkinchisiga darcha ochilgan. Klinker pechdan ana shu darchalar orqali barabanga to'kilib tushadi. Barabanlarning ichki yuzasida kurakchalari bor. Pech aylanayotganda ko'rakchalar klinkerni sidirib oladi; klinker yuqorigi holatga etgach, u kurakchalardan to'kilib tushadi, shu bilan barabanlar bo'yicha so'rilayotgan sovuq

havodan yaxshi soviydi. Barabanning klinker olinadigan qismida olish teshigi bor, baraban chetida esa to'siq bor yasalgan bo'lib, to'siq klinkerning olish teshigidan o'tishga yordam beradi.

Uzunligi 185 m va diametri 5 m bo'lgan pech yirik korxonalarda o'rnatish uchun qabul qilingan eng yangi konstruksiyadagi aylanma pechdir. Pechga gorizonta panjara-to'rli itarib beruvchi sovitgich o'rnatilgan. Panjara-to'r qo'zg'aladigan va qo'zg'alamaydigan paletlardan iborat. Qo'zg'aladigan paletlar qaytma-ilgarilama harakat qiladi. Shu harakat

vaqtida klinker to'r ustidagi material qatlami orasidan o'tayotgan havo bilan sovitiladi. Sovigan klinkerni maydalash uchun sovitgichga bolg'achali maydalagich o'rnatilgan.

Klinker qududlarini iqlim sharoitlariga qarab ochiq va yopiq omborlarda saqlanadi. So'nggi yillarda klinkerni saqlash uchun siloslar ham ishlatilmoqda. Ularning sig'imi 3...5 sutkada ishlab chiqarilgan klinker hajmiga teng.

Pech sovitgichidan klinker kurakli transportyorlar yoki vagonetkalar orqali omborlarga jo'natiladi. Klinker omborlarida greyfer ko'priklar bo'lib, ular faqat ombordagi yuk ortish, yuk tushirish va klinkerni tuyish bo'limining transport vositalariga uzatish ishlarini bajarib qolmasdan, ayni vaqtda klinkerga tashqaridagi havo yaxshiroq tegishi uchun uni aralashtirib ham turadi. Klinker omborlarining hajmi ancha katta bo'lib, ularga 30 t va undan ortiq klinker ketadi, Bunday omborlar asosan klinkerni etiltirish uchun kerak. Omborlarda saqlash davomida klinkerdagi erkin ohak havo nomi ta'sirida so'nadi. Shu bilan klinker struktura jihatdan kovak bo'lib koladi va shuning uchun osongina tuyiladi. Ayrim vaqtlarda klinkerga suv ham sepiladi.

Etiltirish muddati klinkerni kuydirish sifatiga bog'liq. Aylanma pechlarda olingan klinkerni etiltirmasa ham bo'ladi. Bu korxonani avtomatlashtirishda katta ahamiyatga ega.

Ish unumi hamda 1 kg klinkerni kuydirish uchun sarflanadigan issiqlik aylanma pechlar ishining asosiy ko'rsatkichlaridan biri hisoblanadi. Shuni aytib

o'tish kerakki, portlandsement ishlab chiqarish ho'l usulining kamchiligi ham bor. Shlam namini qochirish uchun anchagina (umumiy sarfning 30% gacha) yoqilg'i sarflash kerak. Shuning uchun pechning foydali ish koeffitsientini oshirish maqsadida iloji boricha nami kam bo'lgan shlamni ishlatish zarur.

Pechda issiqdan unumli foydalanish kerak. Buning uchun atrof-muhit bilan kuydirilayotgan material o'rtasidagi issiqlik almashuvini yaxshilash lozim.

Birinchi tadbirni, ya'ni shlam namini qochirishni uch usulda amalga oshirish mumkin: shlam suyultirgichlar ishlatiladi, ortikcha suv mexanik usulda yo'qotiladi va shlam nami bug'lantiriladi.

Shlam suyultirgich sifatida turli moddalar-soda, suyuq shisha, torf yoki qo'ng'ir ko'mirning sodali eritmasi, bitum va tog' mumi chiqindilaridan bo'lgan ishqoriy torf moddalari, uch polifosfat ($\text{Na}_2\text{P}_3\text{O}_{10}$) va boshqalar, ko'proq sulfit-spirt bardasi ishlatiladi. Ozgina sulfit-spirt bardasi (quruq aralashma og'irligining 0,15...0,3%) qo'shganda ham shlamning oquvchanligi ancha ortadi. Bu esa shlamning ana shu oquvchanligini saqlagan holda namni 2...3% kamaytirishga imkon beradi. Natijada faqat yoqilg'i sarfi kamayib qolmasdan, shu bilan birga pech unumdorligi ham ortadi. Chunki bu holda, issiqlikning ko'p qismi klinkerni kuydirishga sarflanadi.

Ikkinchi va uchinchi usulda shlam nami mexanik ravishda qochiriladi. Bunda qo'llaniladigan turli mexanizm va qurilmalarning tuzilishi hamda ishlashi maxsus kurslardan mustaqil o'rganiladi.

Materialning issiq havoga duch keladigan sathini kengaytirish bilan kuydirilayotgan material va gaz okimi o'rtasidagi issiqlik almashuvini kuchaytirish mumkin. Buning uchun pechning sovuq tarafidan 35...40m (700-800°C) masofada zanjirlar osiladi. Shlam zanjir xalqalarga yopishadi. Natijada osib qo'yilgan zanjir to'r orasidan o'tayotgan gaz oqimiga tegadigan shlamning yuzasi keskin ortadi. Bundan tashqari, pech aylanayotganda zanjirlar materialni yaxshilab aralashtiradi. Bu ham shlamga gazlarning yaxshi tegib o'tishini ta'minlaydi. Zanjir-to'rlar pechdan kam chang chiqishiga ham yordam beradi.

Zanjirlar bir uchidan, ikkala uchidan o‘ram holida yoki bir uchidan to‘p-to‘p qilib osiladi. Zanjirlarni o‘ram holida, shuningdek murakkab shaklda osish ham yaxshi natija beradi. Uzun pechlarda zanjirlarning umumiy uzunligi 2000 m va undan ortiq bo‘ladi, ularning yuzasi esa taxminan 1500 m². Zanjir to‘r-parda issiqlikni 10...15% gacha kam sarflaydi va pech unumdorligini shuncha miqdorga oshiradi.

Zanjir-to‘r orqasiga (ancha yuqori temperatura eonalarida) turli konstruksiyadagi issiqlik almashtirgich o‘rnatish ham pechda issiqlik almashinuvini yaxshilaydi. Issiqlik almashtirgichning o‘tga chidamli po‘latdan ishlangan 10...12 ta seksiyasi bor. Seksiyalar zona uzunligi bo‘yicha baravar joylashgan bo‘lib, har bir seksiyada oltitadan tokcha bor. Pech aylanganda tokchalar materialni sidirib oladi va yuqoriga ko‘tarib, to‘kib yuboradi. Shunda material aralashadi va issiqlik almashinuvi yaxshilanadi.

Gaz oqimi temperaturasi 1100...1200°C bo‘lgan zonalarda sopol issiqlik almashtirgichlar o‘rnatiladi. Ularning ham osilgan zanjirlar kabi samaradorligi katta, ya’ni klinkerni kuydirish uchun 10...15% kam issiqlik sarflanadi va shunga mos holda pechning unumdorligi ham ortadi.

Pechni aralashma bilan ikki tomonlama ta’minlab turish usuli ham pech unumini oshirib, yoqilg‘i sarfini kamaytiradi. Bu usulda pechning sovuq tarafidan shlam uzatiladi, pechning bosh qismidan esa mayda tuyilgan quruq domna shlagi, TES kullari purkaladi.

Portlandsement xom ashyo shixtalarini kuydirish

Komponentlarni birgalikda mayin holda maydalash va tarkibni modul tavsiflarining berilgan qiymatiga keltirilishidan so‘ng xom ashyo aralashmalari sement kuydirish pechlarida kuydiriladi va bu jarayon 1400–1500 °C haroratlarda kechadi. Kuydirish natijasida murakkab mineralogik tarkibli va turli jinsli murakkab mikrokristall strukturaga ega bo‘lgan pishgan material – klinker olinadi. Xom ashyo aralashmalari ularni pishish haroratigacha qizdirish chog‘ida fizik xususiyatlari va mineralogik tarkiblari bo‘yicha o‘zgarishga uchraydilar. Xom ashyo aralashmalarining fizik tavsiflarini o‘zgarishi ularni tayyorlash usuliga (ho‘l yoki

quruq) ko'ra ma'lum haroratlar oralig'ida turlicha bo'lishi aniqlandi. Biroq, shlamdan suvni bug'lanib chiqib ketishidan so'ng xom ashyo aralashmalarining ikkala turida ham bir xildagi kimyoviy va fizik- kimyoviy jarayonlar kechadi.

Xom ashyo shlamini pech gazlari ta'sirida sekin-asta qizdirish bilan materialning harorati 70–100 °C gacha tez ko'tarila boshlaydi, bu esa xomashyodan mexanik bog'langan suvning yo'qolishiga olib keladi. 100–250 °C haroratlar oralig'ida tuproqning minerallari adsorbsion bog'langan suvini yo'qotadi, buning ketidan tuproq minerallarining dissotsiatsiyalanish jarayonlari boshlanadi va bu tuproq minerallarining kristall panjarasini termik parchalash bilan shartlanadi. Bunda shuningdek alyuminiy oksidlari va temir oksidlari gidratlarining parchalanishi o'rin tutadi.

Tuproq minerallarining degidratatsiyalanishi taxminan 250 dan 1000 °C haroratlar oralig'ida sodir bo'ladi. Tuproq minerallarining termik parchalanishining borishiga mineralogiya, aralashmalar mavjudligi, kristall panjaraning nuqsonlanganlik darajasi, zarrachalar o'lchami, gaz atmosferasining tarkibi va boshqa omillari sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Haroratning ortishi bilan tuproq minerallari o'zlarining kristall panjaralarida yanada o'zgarishlarga uchraydilar, suvning chiqib ketishi natijasida qolgan $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2$ tarkibli qoldiq, oxirida parchalanib ketadi va bunda avval amorflangan oksidlar hosil bo'ladi. Ularning har qaysisi haroratning ko'tarilishi bilan rekristallanadi va murakkab polimorf o'zgarishlarni boshidan kechiradi.

Tuproq minerallarining degidratatsiyalanishi va kristall panjaralarining buzilishidan so'ng hosil bo'luvchi amorf modda rivojlangan holdagi solishtirma yuzaga va yuqori reaksiya qobiliyatga ega bo'ladi va bu karbonatli minerallarning dissotsiatsiyasini tezlashtiradi hamda kalsiy silikatlar alyuminatlari va ferritlarini hosil qilish bilan kalsiy oksidi bilan o'zaro ta'sirini engillashtiradi. Kristall panjarani termik chidamliligiga bog'liq ravishda, tuproq minerallari quyidagicha ketma-ketlikda joylashishlari mumkin: alyuminiy va temir gidroksidlari (300–450 °C),

allofan (550 °C), kaolinit, galluazit, gidroslyuda (600–800 °C), montmorillonit (800–900 °C), slyudalar (900–1150 °C).

Kalsit, dolomit, ankerit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{FeSO}_3$) karbonatlarining parchalanish kinetikasi shuningdek ularning kelib chiqishi, kristallanish darajasi va aralashmalarning mavjudligiga bogʻliqdir. Ushbu omillarning barchasi CaO hosil boʻlishining harorat chegaralariga va yuqori haroratlarda uning reaksiyon qobiliyatlariga taʼsir koʻrsatadi.

Karbonatlar dissotsiatsiyalanishining haroratga oid chegaralari va eng faol holatdagi CaO hosil boʻlishi kalsit (argonit) $\rightarrow$ dolomit $\rightarrow$ ankerit qatorida pasayadi, kristallik darajasi boʻyicha esa dagʻal- va yirik kristall- 0,5+1,0 mm holatidan 0,01 mm oʻlchamli polimorf koʻrinishlarga oʻtadi. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ degidratatsiyalanishidan olingan CaO yuqori reaksiyon qobiliyatga ega boʻladi, eng kam reaksiyon qobiliyatga ega boʻlgani – avvaldan kuydirilgankalsiy oksididir. Kalsiy karbonatining dissotsiatsiyalanish harorati disperslik strukturasiga va jinsdagi mavjud aralashmalar turi va miqdoriga bogʻliq ravishda 550–900 °C chegarasida yotadi. Kalsiy karbonatining parchalanish reaksiyasi katta miqdorda issiqlik yutilishi bilan kechadi.

Qattiq fazali reaksiyalar bosqichida mineral hosil boʻlishi

Klinker minerallarining sintezi, alit fazasini istisno etgan holda, asosan qattiq fazali reaksiyalar yoʻli bilan boradi. 1250–1280 °C haroratda qattiq fazali reaksiyalar va jarayonlar suyuq fazali pishish bilan almashinadi, va bunda kuydirilayotgan aralashmalarda eritma – klinkerning suyuq fazasi paydo boʻladi. Ilgari aytib oʻtilganidek, qattiq fazali reaksiyalar fazalarning ajralish yuzasida boruvchi reaksiyalar hisoblanadi.

Sement xomashyosini kuydirishda mineral hosil boʻlish ketma-ketligi shixtalarning komponent tarkibiga va alohida komponentlarning mineralogik xususiyatiga bogʻliq boʻladi. Kuydirish agregatidagi massa olib oʻtilishi, materialning pech uzra notekis harakatlanishi va surilishi kabi omillarning faza oʻzgarishlarining borishiga koʻrsatadigan taʼsiri, pech gazlari atmosferasi tarkibining oʻzgaruvchanligi va h.k. boshqa sabablar, mineral hosil boʻlish jarayonlarining real sharoitlarga nisbat qilib olgandagi tahlili nihoyatda katta qiyinchiliklar tugʻdiradi. Fazaviy

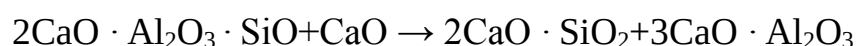
o'zgarishlarning borishi to'g'risidagi ma'lum farazlar hosil qilinishi uchun 22 rasm keltirilgan. Bunda laboratoriya sharoitlarida texnik xomashyo shixtasini termoshlov berish yo'li bilan aniqlangan, kuydiriluvchi materialda turli fazalarning mavjudlik sohalari ko'rsatilgan. Shuni ta'kidlash lozimki, C_3A va C_4AF fazalar $1250\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan ortiq haroratda fazalar sifatida mavjud bo'lmaydi va faqatgina klinker eritmasining kristallanishida paydo bo'ladi.

Mineral hosil bo'lish ketma-ketligini umumiy ko'rinishda ko'rib chiqamiz. Kalsiy karbonat, SiO_2 , Al_2O_3 va Fe_2O_3 o'rtalaridagi reaksiyalar $550\text{--}600^{\circ}\text{C}$ haroratdayoq boshlanadi. Tuproq minerallarining degidratatsiyasi ($450\text{--}600^{\circ}\text{C}$) va parchalanishi ($700\text{--}1000^{\circ}\text{C}$) juda ham reaksiyon qobiliyatli oksidlarni yoki metabarqaror birikmalarning hosil bo'lishiga olib keladi.

Tuproq minerallarining, kalsiy karbonatining parchalanishi va yangi fazalarning hosil bo'lishi bir vaqtda sodir bo'ladi. Avval kalsiy bilan birikkan CA , CF birikmalar hosil bo'ladi va ular haroratning ortib borishi bilan $C_{12}A_7$, C_3A va C_2F kabi asosiy fazalarga o'tadi. Erkin kalsiy oksidi salmoqli miqdorlarda $800\text{--}900\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratda hosil bo'ladi va uning miqdori berilgan xom ashyo aralashmasi uchun maksimal tarzda bo'lishi mumkin bo'lgan miqdorga etmaydi.

Xom ashyoda Na^+ , K^+ , Fe^{3+} , Al^{3+} ionlarining katalizatorlik ta'siri hisobiga mavjud bo'luvchi kvars $800\text{--}1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratdayoq yuqori reaksiyon shakl – kristobalitga aylanadi. Xomashyoda mavjud bo'lgan aralashma P_2O oksidlari $600\text{--}800\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratda «qattiq fazali» reaksiyalarning o'tishini jadallashtiruvchi birlamchi mikroeritmalar (polietevtektikalar) hosil qiladi. Bundan tashqari turli-tuman oraliq fazalar ham hosil bo'ladi. Bunday fazalarga spurrit- $2(\text{C}_2\text{S}) \cdot \text{CaCO}_3$ kiradi va u $940\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratda dissotsiatsiyanadi. Shuningdek kalsiy sulfosilikati- $2\text{C}_2\text{S} \cdot \text{CaSO}_4$ hosil bo'lib, uning parchalanishi 1300°C haroratda sodir bo'ladi, $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaCO}_3$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{Na}_2\text{SO}_4$, $\text{K}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$ birikmalar 830°C haroratgacha beqarorliklarini saqlab turadilar. Shu bilan birga quyidagi: $\text{KC}_{23}\text{S}_{12}$, NC_8A_3 , $3\text{C}_3\text{S} \cdot \text{CaF}_2$, $2\text{C}_2\text{S} \cdot \text{CaF}_2$, $\text{C}_{11}\text{A}_7 \cdot \text{CaF}_2$, $3\text{CA} \cdot \text{CaF}_2$, $\text{CaSO}_4 \cdot 3\text{Na}_2\text{SO}_4$, $3(\text{CA}) \cdot \text{CaSO}_4$, $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4$, va boshqa qattiq eritma va birikmalar hosil bo'ladi.

Pishishning qattiq fazali bosqichida boruvchi reaksiyalar ko'pchilik hollarda ko'pbosqichli reaksiyalar bo'lib hisoblanadi. Masalan, $\text{CaO} - \text{SiO}_2$ sistemasida minerallar sintezi jarayoni $\text{C}_2\text{S} \rightarrow \text{CS} \rightarrow \text{C}_3\text{S}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{S}$ qatorida amalga oshadi. Xomashyo portlandsement shixtalarida kalsiy silikatlarining hosil bo'lishi juda past 600–700 °C haroratda kuzatiladi, biroq 800–900 °C gacha bunday reaksiyalarning tezligi juda sezilarli bo'ladi. Temir oksidlari CaO bilan o'zaro ta'sirga 550–600 °C haroratdayoq kirishib, bir qadar miqdorda $\text{CaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ – bir kalsiyli ferritni hosil qiladi va u 900–1000 °C haroratda $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ – ikki kalsiyli ferritga aylanadi. 900–1000 °C haroratlarda C_2S fazasining hosil bo'lish reaksiyasi tezlashadi, C_{12}A_7 fazasi va C_2AS – gelenit fazasi hosil bo'ladi, 1100 °C haroratda gelenit quyidagi reaksiya bo'yicha parchalanadi



Qattiq fazali reaksiyalar haroratlari oralig'ida, sistemada barqaror eritma hosil bo'lishiga qadar (1250–1280 °C gacha) C_3A va C_4AF hosil bo'lish jarayoni tugallanadi

Suyuq fazali pishish bosqichida klinker hosil bo'lishi

Pishgan xom ashyo shixtasida eritmaning paydo bo'lishi material g'ovakligining tez tarzda kamayishiga va uning zichligini ortishiga olib keladi. Bundan tashqari, kukunsimon materialning zarrachalari tutash joylarida erib yopishadi va donachalar konglomeratlari granulalar hosil bo'ladi. Suyuq faza paydo bo'lishi bilan komponentlar diffuziyasining tezligi ortadi va qattiq zarrachalarning o'zaro harakatlanishi osonlashadi.

Kuydirilayotgan materialda qattiq fazadagi reaksiyalar natijasida hosil bo'luvchi minerallar eritma paydo bo'lishi bilan sezilarli o'zgarishlarga uchraydilar. Ulardan biri suyuq faza ishtirokida qayta kristallanadi, boshqalari esa o'zaro kimyoviy ta'sirga kirishib yangidan-yangi birikmalar hosil qiladi.

To'rt komponentli $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Fe}_2\text{O}_3$ sistemada barqaror eritma bo'lmish evtevtika 1338 °C haroratda paydo bo'ladi. Bu eritmaning tarkibi quyidagichadir: (% hisobida) $\text{CaO}-54,8$; $\text{Fe}_2\text{O}_3-6,0$; $\text{Al}_2\text{O}_3-22,7$; $\text{Fe}_2\text{O}_3-16,5$. Tabiiy

xomashyo materiallarida doimiy ravishda MgO , R_2O , SO_3 , P_2O_5 , TiO_2 va boshqalar kabi oksidlarning mavjud bo'lishi oqibatida kuydirish chog'ida eritmaning hosil bo'lish harorati sezilarli pasayadi. Sanoat xomashyo shixtalarining kuydirilishida klinkerli eritma 1250–1280 °C haroratda hosil bo'ladi. Klinker sistemasining muhim tavsifi bo'lib pishish jarayonlarining tugallanish bosqichida suyuq fazaning miqdoriga bog'liq bo'ladi. Evtevtika harorati sohasida eritmaning miqdori $r \geq 1,38$ sharti bilan quyidagi formula bo'yicha aniqlanishi mumkin:

$$Q_{1338} = 6,1\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{R}_2\text{O} + \text{Mg} + \text{SO}_3$$

Agar $r \leq 1,38$ bo'lsa, u holda:

$$Q_{1338} = 8,2\text{Al}_2\text{O}_3 - 5,22\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{R}_2\text{O} + \text{MgO} + \text{SO}_3$$

1400 °C haroratda alyuminiy va temir oksidlari to'liq ravishda suyuq faza tarkibiga o'tadi. Eritmaning miqdori 1400 °C haroratda quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$Q_{1400} = 2,95\text{Al}_2\text{O}_3 + 2,20\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{R}_2\text{O} + \text{MgO} + \text{SO}_3$$

1450 °C haroratda esa quyidagi formula bo'yicha:

$$Q_{1450} = 3,00\text{Al}_2\text{O}_3 + 2,25\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{R}_2\text{O} + \text{MgO} + \text{SO}_3$$

Barcha holatlarda Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , R_2O va SO_3 klinkerdagi oksidlarning % miqdorini ifodalaydi. Suyuq fazada eruvchi MgO maksimal miqdori uni klinkerga hisoblanishida 2 % dan oshmaydi, shuning uchun MgO protsent miqdori suyuq fazaning hisobiy miqdorini aniqlashda ushbu qiymatdan oshmasligi lozim. MgO oksidining yanada yuqoriroq konsentratsiyasi eritma miqdorining ortishiga ta'sir etmaydi. Odatdagi kimyoviy tarkibli klinkerlar uchun suyuq fazaning miqdori 1450 °C haroratda 20–25 % chegarasida yotadi. Klinkerning to'liq erishi 1750–1870 °C haroratda sodir bo'ladi. Asosiy klinker fazasi bo'lmish – alitning hosil bo'lishi va kristallanishi portlandsement klinkerining suyuq fazasi xususiyatlari– uning yopishqoqligi, sirt tortishishlar, ho'llash qobiliyati, eritmadagi ionlarning harakatchanligi orqali aniqlanadi. Klinkerning tuzilishi va suyuq fazasining xususiyati undagi asosiy (CaO , SiO_2 , Al_2O_3 va Fe_2O_3) oksidlar kabi, aralashma oksidlar va birikmalarning nisbiy miqdoriga bog'liqdir. Alyuminatli va temirli

birikmalarning eritmaga to'liq o'tishidan so'ng uning yopishqoqligi n va TK miqdorlariga bog'liq bo'ladi.

CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O va boshqa oksidlar faqat bitta manfiy strukturaviy element kisloroddan tashkil topgan bo'lib, u bilan o'zaro ta'sirga kirishuvchi kationning xususiyatiga bog'liq ravishda turli qutblanish darajasiga ega bo'lishi mumkin. Klinker suyuqligining tarkibiga nafaqat asos (CaO) va kislota (SiO₂) xususiyatlariga ega bo'lgan oksidlar, balki amfoter oksidlar ham kiradi va ular eritmaning asosligiga bog'liq ravishda eritmada $\text{Me}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{Me}_3^+ \rightarrow 3\text{O}$ o'zini asos sifatida, hamda $\text{Me}_2\text{O}_3 + 5\text{O}_2^- \rightarrow 2\text{MeO}_4$ kislota sifatida tutadi.

Klinker suyuqligi ionlarining kislota – asos xususiyatlari ularning kislorodga bo'lgan tug'ishganlik qiymati orqali tavsiflanishi mumkin. D.S. Korjinskiyning fikricha, kationlarning silikat eritmalaridagi asoslilik $\text{K}^+ \rightarrow \text{Na}^+ \rightarrow \text{Ba}_2^+ \rightarrow \text{Ca}_2^+ \rightarrow \text{Sr}_2^+ \rightarrow \text{Vg}_2 \rightarrow \text{Fe}_2 \rightarrow \text{Fe}_3 \rightarrow \text{Al}_3^+ \rightarrow \text{Ti}_4^+ \rightarrow \text{Si}_4^+ \rightarrow \text{P}_5^+$ qatorida lasayib boradi. Yuqorida keltirilgan ketma-ketlik qatorida ion zaryadining radiusga bo'lgan nisbatini ortishi bilan kationlarning asoslilik xususiyatlari pasaya borishini nazarda tutgan holda eritmada anionlarning kislotalik xususiyatlari ortadi.:

Eritmadagi amfoter ionlarning Al⁺³ va Fe⁺³ koordinatsion holati suyuq faza tarkibi orqali aniqlanadi. Klinkerning suyuq fazasida Al⁺³ va Fe⁺³ ionlarining oktaedrik koordinatsiyasi bilan kislorod bo'yicha muvozanati mavjuddir. Ushbu muvozanatni quyidagi sxema bo'yicha ifodalash mumkin:



Ushbu muvozanatning surilish yo'nalishi eritmada aralashma komponentlari ko'rinishi orqali aniqlanadi: masalan, asosiy komponentlar konsentratsiyasining ortishi tetraedrik koordinatsiyadagi Al⁺³ va Fe⁺³ ionlarini ko'paytiradi (ular kislotalik xususiyatini namoyon qilishda), Fe₂O⁻⁵ va AlO⁻⁵ lardan ko'ra nordonroq, masalan F⁻, Cl⁻ anionlar mavjudligida esa muvozanat oktaedrik koordinatsiyadagi ionlar miqdorini ko'payish tomoniga suriladi (asos xususiyatlarini namoyon qilishda).

Qumtuproq klinkerning suyuq fazasida [SixOy]⁻⁷ strukturaviy guruhlarning chegaraviy tarqoqlik darajasi holatida bo'ladi. Modifikatsiyalovchi Ca⁺², Al⁺³, Fe⁺³

ionlarining yuqori konsentratsiyada bo'lishi oqibatida klinker eritmasida qumtuproqning asosiy miqdori $[\text{SiO}_4]^{-4}$ turidagi oddiy kremnekislorodli anionlar ko'rinishida mavjud bo'ladi. $(\text{SiO}^{+3})_{2-p}$ kalta zanjirlar ham bo'lishi mumkin, shuning $(\text{SiO}^{+3})_{(2-p)} + \text{O}^{-2} \rightarrow (\text{SiO}_4)^{-4}$ neytrallanish reaksiyasining eritmadagi qumtuproqning holatini o'zgarishiga bo'ladigan ta'siri nihoyatda sezgarsiz bo'lib, suyuq fazaning anionli struktura hosil qiluvchisining o'zgarishi asosan Fe^{3+} va Al^{3+} ionlarining oktaedrik va tetraedrik pozitsiyalari orasida muvozanatni surilishi bilan izohlanadi. Eritmada fosfat ionlarining mavjudligi $[\text{PO}_4]^{-3}$ tetraedrik komplekslarini hosil bo'lishi sababli strukturaning barqarorlashuviga yordam beradi. Kalsiy fluoridning miqdori 1 % bo'lishida eritmaning qovushqoqligini pasaytiradi, konsentratsiyaning ko'tarilishida esa uni fluorid bilan to'yinishi oqibatida qattiq fazaning kristallanishi sababli eritmaning qovushqoqligi keskin ortadi. CaF_2 , Na_2SiF_6 fluorli birikmalar, kalsiy xlorid va boshqa ba'zi tuzlar klinker eritmalarining qovushqoqligini kamaytirishi bilan birga pishish chog'ida eritmalarining hosil bo'lish haroratini sezilarli pasaytiradi va suyuq fazali jarayonlar bosqichida mineral hosil bo'lish jarayonlarini jadallashtirgichlar rolini o'ynaydi, ya'ni mineralizatorlar bo'lib hisoblanadi.

Qattiq holatdagi reaksiyalar natijasida hosil bo'lgan CaO , C_2S , CA , C_4AF kabi barqaror va metabarqaror birikmalar va turli oraliq fazalar suyuq fazaning paydo bo'lishi bilan bundan keyingi o'zgarishlardan bo'lmish – parchalanish, erish, qayta kristallanishlarni boshidan kechiradilar. Sistemaning sovushidasuyuq fazaning to'liq yoki qisman kristallanishi sodir bo'ladi.

Pishgan massada hosil bo'luvchi suyuq faza eng avval CaO , C_2S va boshqa minerallarning g'ovakli zarrachalarini o'ziga singdiradi. Eritma plenkalari va tomchilar ko'rinishida paydo bo'ladi. U kapillyar kuchlar hisobiga o'zi xo'llagan zarrachalarni bir-biriga yaqinlashtirgan holda yopishtiradi. Eritma bilan ho'llangan zarrachalarning tutashish joylarida CaO va C_2S larning suyuq faza ichida jadal tarzda erishi va ushbu eritma ichida ularning o'zaro ta'siriga kirishi sodir bo'lib, quyidagi reaksiya orqali ifodalanadi



natijada uch kalsiyli silikat fazasi hosil bo‘ladi. Uch kalsiyli silikat suyuq faza ichida kam eriydi, shuning uchun ikki kalsiyli silikatning erishi va uning CaO ionlari bilan o‘zaro ta’siri suyuq fazaning o‘ta to‘yinishiga va undan C_3S fazaning tez ravishda kristallanishiga olib keladi.

Klinkerning evtektik klinker eritmasida ionlar diffuziyalanish koeffitsientlarining yuqori qiymatlari ularning chegara qavatidan suyuqlikning asosiy hajmi ichiga so‘rilishiga yordam beradi, bu esa jarayonning diffuzion nazoratga oid rolini istisno etadi. Klinker hosil bo‘lishining chegaraluvchi bosqichlari bo‘lib «eritma – CaO » va «eritma – C_2S » faza chegaralaridagi reaksiyalar hisoblanadi. N.A.Toropov, P.F.Rumyanseva va V.N.Filipovichlarning fikricha CaO va C_2S birikmalarning klinker eritmasi ichida erish jarayoni donachalarining kristall strukturasiga, ularning nuqsonlik darajasiga va eritmaning xususiyatiga bog‘liq. Ushbu mualliflar tomonidan aniqlanib o‘rnatilgan qonuniyatlar, erish eritmaga molekulyar qavatlarining sekin-asta o‘tish yo‘li bilan emas, balki qattiq jismdan katta bloklar – molekulalar guruhlarining ajralib chiqishi, ya’ni eruvchi fazalarning dispergatsiyalanish yo‘li orqali borishi to‘g‘risida dalolat beradi. Bunday blokning bittasidagi molekulalar soni 109–1012, o‘lchami esa 1 mkm teng bo‘ladi.

Qattiq jismlarning dispergatsiyalanish sababi eruvchi zarrachalarning mikrotirqishlari va g‘ovaklari ichiga kirib boruvchi suyuqlikning yoruvchi ta’siri bo‘lishi mumkin. Shunday qilib, mineral hosil bo‘lish jarayoni suyuq fazali bosqichda sof diffuziya jarayoni emas ekan. CaO va C_2S larning erishi bo‘yicha laboratoriya tajribalarini o‘tkazish bo‘yicha V. V. Timashev va uning xodimlari tomonidan ma’lum ishlar amalga oshirilgan bo‘lib, bunda erish jarayonining faollanish energiyasining qiymatlari aniqlandi. Erish jarayonining faollanish energiyasi CaO uchun–63 kkal/mol; C_2S uchun–100 kkal/mol miqdorlarni tashkil etdi. Olingan qiymatlar Ca^{+2} kationlarining diffuziyalanishining faollanish energiyasidan E–39 kkal/mol va kremnekislorodli anionlari – $[\text{SiO}_4]^{-4}$ —88 kkal/mol

faollanish energiyasi qiymatlaridan bir muncha ortiq bo'lib, bu ionlarni chegara qavatida eritma hajmiga nisbatan siqilgan holatdagi harakati bilan izohlanadi.

Yu. M. Butt, V. V. Timashev, A. P. Osokin kabi mualliflarning fikrlaricha, ushbu holatda erish C_2S engil eruvchi evtetikalarning yuza qavatida hosil bo'lish mexanizmi bo'yicha sodir bo'ladi, ya'ni erish mexanizmi bo'yicha sodir bo'ladi, jarayonning kinetikasi esa eritma hajmidan C_2S yuzasiga ishqorli ionlarni diffuziyalanish tezligi bo'yicha aniqlanadi. CaO zich, qattiq zarrachalarining erish kinetikasi asosan eritmaning qovushqoqligiga ko'ra aniqlanadi. Portlandsement xomashyo aralashmalari qoidaga ko'ra tarkibi ishqoriy metallar oksidlariga kiruvchi birikmalardan tashkil topganligi uchun, klinker hosil bo'lishining real sharoitlarida C_2S ning erish kinetikasi kalsiy oksidining erish tezligidan 3–5 marta ortiq bo'ladi. CaO donachalarining amalda to'liq erishi zaruriyati va C_2S ning faqat bir qisminigina erishini hisobga olgan holda, klinker hosil bo'lishining umumiy vaqti kalsiy oksidining erish vaqti orqali aniqlanishi to'g'risida xulosa qilish mumkin.

Uch kalsiyli silikatning shakllanishida suyuq fazaning muhim rol o'ynashi bilan birga eritmaning mavjud bo'lishi kuydirish chog'ida katta texnologiy ahamiyatiga egadir. Eritmaning paydo bo'lishi aylanma pechlarning o'tga chidamli qoplamasida himoya qavatini hosil qiladi, bu esa futerovkani yuqori harorat gradientlari, klinker donachalarining tinimsiz harakatlanishi tufayli yuzaga keluvchi kuchli erroziya emirilishi va o'tga chidamli futerovka materialining kuydiriluvchi material bilan tutash zonasida kuchli kimyoviy korroziyaga uchrashi kabi juda qiyin sharoitlarda ham uzoq vaqt chidamliligini ta'minlaydi. Qattiq zarrachalarni eritma orqali etarli darajada xo'llanishida zarrachalar oralarida egrilangan yuzaki suyuqlik-menisk plenkalari hosil bo'ladi, va ularga zarrachalarning bir-biriga yaqinlashtirishga harakat qiluvchi kapillyar kuchlar ta'sir qiladi. Bundan tashqari ho'llanuvchi qattiq faza moddalarining qisman erishi sodir bo'ladigan suyuq faza uning egrilanishini jadallashtiradi va bu pishish tezligini oshishiga olib keladi. Zichlanishning uch bosqichi mavjud: 1) zarrachalarning qayta guruhlanish yo'li bilan amalga oshuvchi suyuqlikning qovushqoq tarzidagi oqishi, 2) erish-cho'kish 3) qattiq

panjara hosil bo'lishi bilan qattiq fazaning pishishi.. Birinchi bosqich juda tez sodir bo'ladi va asosan kirishish va zichlashish darajasini aniqlaydi.

Kirishish jarayonlarining kechishiga harorat katta ta'sir ko'rsatadi, chunki u suyuq fazadagi diffuziya koeffitsientining qiymatiga, qovushqoqlik va sirt tarangligi miqdoriga, qattiq moddaning suyuq fazada eruvchanligiga va sistemadagi eritmaning miqdoriga ta'sir etadi. V.S.Albatsning xodimlari bilan birga haroratni klinkerning kirishishiga va granulometriyasiga bo'lgan ta'sirini tajriba tarzda o'rganish natijalarining ma'lumotlari bo'yicha, klinkerning asosini tashkil etuvchi donachalar o'lchamini pishish zonasidagi gaz oqimi haroratiga bog'liqligi aniq ifodalanuvchi ekstremumga egadir. Qoidaga ko'ra bu ekstremum 10–20 mm o'lchamdagi donachalarning ko'p qismini tashkil etishi bilan bo'lgan granulometriyaga muvofiq keladi. Haroratning haddan ziyoda ortib ketishi, yuqori haroratlarda izometrik tutib turishdagi kabi, texnologiya buzilishi bo'lmish – changishga olib keladi. Klinker donachalarining yaxshi aglomeratsiyasi aylanma pechlarni boshqarishni engillashtiradi, klinkerni sovitish sharoitlarini normallashtirilishiga yordam beradi, changishni va halqa hosil bo'lish ehtimolini kamaytiradi. Klinkerning granulyasiyalanish jarayonining buzilishi pishish jarayonini qiyinlashtiradi, klinker sifatini pasaytiradi, changish, halqa hosil qilish, sovitish qurilmalarini tiqilib qolishiga va klinkerni tashish kabi turli texnologiya og'ishlariga olib keladi. Zarrachalarni agregatlanish xususiyati klinkerlarning g'ovakli strukturasi o'z aksini topadi. Kuydiruvchi materialning dastlabki donachalari 30–50 % g'ovaklikka ega, avvaldan granulyatorda tayyorlab olingan xomashyo granularining g'ovakliligi 30–40 %.

Tuproq minerallarining zarrachalari ichidan fizik va adsorbsiya bog'langan namlikninig (20–200°C) yo'qotilish bosqichida va ularning keyingi degidratatsiyalanishida (200–450°C) g'ovaklik kamayadi, kristallokimyoviy bog'langan suvni yo'qotilishida esa qayta ko'payadi. Dekarbonizatsiyalanish (800–1050 °C) davrida 2 mkm radiusli yirik g'ovaklar ulushi o'sadi va 0,1 mkm dan kichik radiusli mayda g'ovaklar miqdori ko'payadi. 1000–1200°C haroratdan boshlab, qattiq

fazali jarayonlarning o‘zaro ta’sirining qupayishi oqibatida sistemalarning g‘ovakliligi kamayadi. Normal (me’yorida) kuydirilgan klinkerlarda jami g‘ovaklikning mikdori 15–30 % gacha tashkil etadi.

Klinker hosil bo‘lish termokimyosi

Xomashyo komponentlari aralashmasidan klinker hosil bo‘lish uchun ma’lum miqdorda issiqlik sarf etilishi zarur. Klinker hosil bo‘lish nazariy issiqligi – quruq xomashyo shixtasidan 20°C haroratda 1 kg klinker olish uchun zarur bo‘lgan issiqlik miqdori. Kuydirishda kerakli bo‘lgan issiqlikning miqdori alohida termik jarayonlarning entalpiyasini hisoblash asosida aniqlanadi. Klinkerni kuydirish uchun kerakli issiqlik sarfi quyidagi bo‘ladigan sarflarni o‘z ichiga oladi

- 1) materialni qizdirishga
- 2) tuproq minerallarini degidratatsiyalashga;
- 3) karbonat tarkibli jinslarni parchalashga;
- 4) klinker eritmasini hosil bo‘lishiga.

Issiqlikni kirishi quyidagicha

- 1) metakaolinitni oksidlarga parchalanish ekzotermiyasi;
- 2) silikatlar hosil bo‘lish reaksiyasining ekzotermik effekti;
- 3) klinkerni sovutilish issiqligini, CO₂-ni va suv bug‘larini 20°C xaroratgacha rekuperatsiyalash kabilardan iborat bo‘ladi.

Klinker hosil bo‘lish jarayonining eng energiya talab bosqichi – xomashyoda 76% miqdorida mavjud bo‘luvchi kalsiy karbonatining parchalanishidir. Dissotsiyalanish jarayonining so‘ngida klinker hosil bo‘lishining tugallanishi uchun sistemaga qo‘shimcha issiqlik kiritilishi talab etilmaydi, chunki buning uchun zarur bo‘lgan issiqlik miqdori silikatlar hosil bo‘lish reaksiyalarining ekzotermikligi tufayli ajraladi (110 kkal/kg klinker miqdoriga yaqin). Kalsiy karbonatining parchalanishi va klinkerni kuydirish uchun nazariy issiqlik sarfi $q_{CaO} = 600–800$ kkal/kg (ifloslanish darajasiga bog‘liq ravishda), $q_{K.l.} = 400–430$ kkal/kg klinker miqdorini tashkil etadi. Xom ashyo shixtasining tuproq minerallari tarkibini hisobga olgan holda klinker hosil bo‘lishiga sarflanuvchi issiqlik quyidagi tenglama bo‘yicha aniqlanadi:

$$q_{\text{nazar, kl.}} = 5,30 \cdot \text{Al}_2\text{O}_{3,\text{K}} + 3,12\text{Al}_2\text{O}_{3,\text{M}} + 3,92\text{Al}_2\text{O}_{3,\text{ill}} + \\ + 6,48\text{MgO} + 7,64\text{CaO} - 5,116 \cdot \text{SiO}_2 - 0,59\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ kkal/kg}$$

bunda,

$\text{Al}_2\text{O}_{3,\text{K,M,ill}}$ – kaolinit, montmorillonit va illitda bo‘lgan Al_2O_3 % miqdori;

MgO , CaO – karbonatlarning parchalanishida hosil bo‘luvchi oksidlarning % miqdori.

Xom ashyoda sezilarli miqdorda ishqoriy (R_2O) oksidlar va SO_3 mavjudligida oksidlardan sulfatlar hosil bo‘lish ekzotermik effektini qo‘shimcha ravishda hisobga olish lozim.

Xom ashyo komponentlarining mineralogiya tabiati klinker hosil bo‘lish jarayonlari kinetikasiga va shuningdek kuydirish agregatlaridagi issiqlik sarfiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Suning uchun haqiqiy issiqlik sarflari ancha yuqori bo‘lib chiqadi va nazariy hisob-kitoblarda belgilanganiga nisbatan katta oraliqda o‘zgaradi.

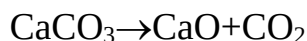
4-§ Klinkerni aylanma pechlarda kuydirganda sodir bo‘ladigan jarayonlar

Xom ashyo aralashmasi aylanib turuvchi pechlarda kuydirilganda fizik va fizik-kimyoviy jarayonlar sodir bo‘lishi natijasida ko‘maklashib pishgan, o‘lchamlari 2...3 sm dan iborat donalar shaklidagi C_3S , C_2S , C_3A , C_4AF va shishasimon qismdan tarkib topgan klinker hosil bo‘ladi.

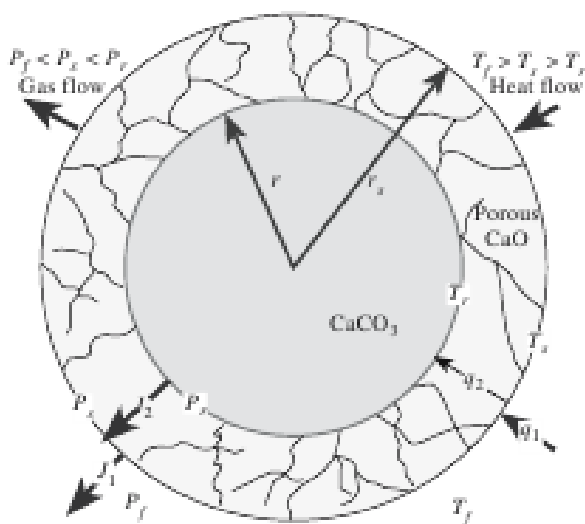
Tashqi havo temperaturasidagi shlam pechga tushishi bilan u temperaturasi 700...800°C gacha tutun gazlarning keskin ta’siriga uchraydi. Bunday yuqori temperatura ta’sirida shlam tezda 100°C gacha (suvning qaynash temperaturasigacha) isiydi va shu vaqtda shlam tarkibidagi suv bug‘lana boshlaydi. Shlam asta-sekin quyyuqlashadi, uning tarkibidagi nam ancha kamaygandan so‘ng yirik kesaklar ko‘rinishiga keladi. Kesaklar keyinchalik mayda parchalarga bo‘linib ketadi, chunki shlamning loy komponenti namni yo‘qotgach, qovushqoqligi susayadi. Mexanik aralashtirilgan shlam namligining bug‘lanish jarayoni (shlamning qurishi) tahminan 200°C temperaturagacha davom etadi. Chunki mayda g‘ovaklar va kapillyardagi nam

sekin bug‘lanadi. 200⁰C gacha temperaturada shlamda ketadigan jarayonlari xarakteriga qarab, pechning bu zonasi *quritish zonasi* (1) deb ataladi.

Material surila borib, yanada yuqori temperatura zonasiga tushadi, shunda xom ashyo aralashmasida kimyoviy jarayon rivojlanadi: 200...300⁰C dan ortiq temperaturada organik aralashmalar yonib ketadi va kaolin hamda loy tarkibidagi boshqa suvli alyumosilikatlar degidratatsiyalanadi. Loy minerallari tarkibidagi kimyoviy bog‘langan suvni yo‘qotishi (degidratatsiyalanishi) natijasida loy o‘zining bog‘lovchilik xususiyatini batamon yo‘qotadi va shlam bo‘laklari kukunga aylanib qoladi. Bu jarayon taxminan 600...700⁰C temperaturagacha davom etadi. 200...700⁰C gacha temperatura oralig‘ida o‘tayotgan jarayonlar pechning *degidratatsiya zonasini xosil qiladi*.. Temperatura 800⁰C ga etganda shlamdagi ohaktosh komponenti quyidagi reaksiya bo‘yicha parchalanadi



Karter oxaktoshning parchalanishini kuyidagi sxema shaklida keltirgan (30 - rasm)



30-Rasm. Karbonatning parchalanish reaksiyasi.

800°C temperaturada kalsiy karbonatning ana shu dissotsiyalanish jarayoni juda sust oʻtadi, soʻngra temperatura ortishi bilan keskin kuchayadi. Amalda CaCO_3 1000°C da tez va toʻla dissotsiyalanadi.

Xom ashyo aralashmasi 700...1000°C temperatura zonasida boʻlishi natijasida kalsiy oksid hosil boʻladi. Shuning uchun pechning bu zonasi *kalsiylanish zonasi* deb ataladi.

Bu zona koʻp davom etganiga qaramay unda material temperaturasi nisbatan sekin ortadi. Bunga sabab shuki, issiqlik asosan CaCO_3 ning parchalanishi uchun sarflanadi; 1kg CaCO_3 ni CaO va CO_2 ga parchalanish uchun 1780 kJ issiqlik sarflash talab qilinadi.

Xom ashyo aralashmasida kalsiy oksidning paydo boʻlishi va jarayondagi yuqori temperatura gil tarkibidagi kremniy, alyuminiy va temir oksidlarining kalsiy oksid bilan oʻzaro kimyoviy tasir etishiga olib keladi. Bu oʻzaro taʼsir etishish qattiq holat (qattiq fazalar) da ruy berishi mumkin. Yuqori temperaturada moddaning kristall toʻridagi atom va molekulalar shunday kuch bilan tebrana boshlaydiki, bunda ikkinchi modda atom va molekulalari bilan oʻrin almashishi mumkin boʻlib qoladi. Shuning uchun moddalarning qattiq holatida reaksiyalar sodir boʻladi. Bu reaksiyalar ikki modda yuzasida oʻtadi. By esa xom ashyo komponentlarini juda maydalab tuyish va yaxshilab aralashtirish zarurligini koʻrsatadi.

680...1000°C temperaturada oraliq birikma $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{CaCO}_3$ («spurrit» minerali) hosil boʻladi. Uning parchalanishi past temperaturalarda C_2S ning kristallanishiga imkon beradi. $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{CaCO}_3$ birikmasini Eytel, Kourtayl, Kryogar, Illner, Luginina sintez qilganlar. Xerr, Xennig, Sholse koʻp miqdorda spurritni MgCl_2 , FeCl_3 , KSl_2 ishtiroqida 750°C temperaturada hosil boʻlishini aniqlashgan. Bu koʻrsatilgan moddalar reaksiyaning ketishiga katalitik taʼsir koʻrsatgan.

800°C dan yuqori temperaturada spurrit parchalanadi va oʻta reaksiyaga kirishishiga moyil C_2S ni hosil qiladi. Ishqor va ftor tuzlari spurrit hosil boʻlish jarayonini tezlatishi ham aniqlangan. Shu sharoitda xom ashyo tarkibida

$12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2,5\text{CaCO}_3$ birikmasi borligi ham topilgan. Spurritning parchalanish temperaturasi ko‘p hollarda $840\ldots 920^\circ\text{C}$. Ularning minerali (C_2S) va CaO ga parchalanadi. Kurdovskiyning ko‘rsatishicha, spurrit CaCO_3 ga nisbatan yuqori temperatura ta’siriga chidamlidir. Bu esa o‘z navbatida spurrit tarkibidagi CaCO_3 ning pech ichida parchalanishini kechiktiradi.

Qattiq fazalarda reaksiyalar $1000\ldots 1350^\circ\text{C}$ temperatura oralig‘ida ro‘y beradi. Bu reaksiyalar ekzotermik reaksiyalardir. Shuning uchun pechning bu zonasi *ekzotermik zona* (IV) deb ataladi.

Kuydirilayotgan aralashma ekzotermik zonada bo‘lishi natijasida $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ va $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ hosil bo‘ladi. Ammo shu bilan hali normal portlandsement klinkeri hosil bo‘lmaydi, chunki uning eng asosiy tarkibiy qismi-uch kalsiy silikat ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) yo‘q. Bu mineral pechning keyingi qismida (eng yuqori temperaturalar zonasida) hosil bo‘ladi. Bu zona *pishirish zonasi* (V) deb yuritiladi.

Qumtuproq qattiq holda ikki molekuladan ortiq ohakni biriktira olmaydi. Biroq suyuqqumtuproq ohakka nisbatan juda tez ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) to‘yinadi. Demak uch kalsili silikat olish uchun ikki kalsili silikat ohakni yutib, yuqori asosli $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ga aylanadigan darajada shixtani qizdirish kerak.

Ancha oson eriydigan minerallar C_3A va C_4AF pishirish zonasida eriydi. Hosil bo‘lgan suyuq fazada C_2S erib C_3S gacha to‘yinadi. Uch kalsili silikat eritmasida ikki kalsili silikatga nisbatan ancha kam eriydi. Shuning uchun C_3S hosil bo‘lishi bilan eritma bu mineralga o‘ta to‘yinib qoladi va uch kalsili silikat eritmasida mayda-mayda qattiq kristallar holida ajralib tushadi. Bu kristallar keyinchalik shu sharoitda o‘z o‘lchamini kattalashtira boradi.

C_2S ning erishi va ohakning yutilishi butun kuydirilayotgan aralashma massasida bo‘lmay, balki uning ayrim ulushlarida o‘tadi. Demak ohak ikki kalsili silikatni to‘liq singdirib olish uchun materiallarni ma’lum vaqtgacha pishirish temperaturasi ($1350\ldots 1450^\circ\text{C}$) da tutib turish talab qilinadi. Materiallar bu zonada qancha ko‘p tutib turilsa, ohak shuncha to‘liq bog‘lanadi, shu bilan birga C_3S kristallari ham yiriklashadi. Klinkerni pishirish temperaturasida kam vaqt ushlab

turish tavsiya qilinadi, agar shunday qilinsa portlandsementning (C_3S unda mayda kristallar ko‘rinishida bo‘ladi) fizik-mexanik ko‘rsatkichlari yuqori bo‘ladi.

Klinker hosil bo‘lish jarayonini tezlashtirish, shuningdek, tarkibida C_3S ko‘p bo‘lgan klinkerlar tayyorlash uchun ba’zi moddalar (kalsiy ftorid CaF_2 , temir oksid va boshqalar) ishlatiladi. Bu moddalar silikat aralashmalarining erish temperaturasini pasaytiradi. Suyuq faza ancha barvaqt hosil bo‘lsa, bu hol klinkerning hosil bo‘lish jarayonini nisbatan yuqori temperaturalar sohasiga suradi.

Klinker pishirish zonasidan sovitish zonasiga tushadi. Bu erda klinker qarshisiga sovuqhavo oqimi oqib keladi. Pishirish zonasida ayrim vaqtlarda aralashmaning butun ohagi qumtuproqqa butunlay to‘yinib ulgurmaydi. Bu o‘zlashtirish jarayoni aralashmada ohak va C_2S kamayishi sababli yanada sekinlashadi. Natijada to‘yinish koeffitsienti yuqori bo‘lgan klinkerlarda doim erkin ohak bo‘ladi. Bunday klinkerlarda ohak C_3S holda iloji boricha ko‘proq o‘zlashtirib olinishi kerak. Klinker tarkibida erkin ohak 1...2% bo‘lsa, portlandsement sifatiga yomon ta’sir ko‘rsatmaydi. Biroq uning miqdori ko‘p bo‘lsa, portlandsement hajmining notekis o‘zgarishiga sabab bo‘ladi, shuning uchun klinker tarkibida ohakning ko‘payishiga yo‘l qo‘yish mumkin emas.

Sovitish zonasidagi klinker 1000...1100°C temperaturada chiqadi va uni butunlay sovitish uchun pech sovitgichiga yuboriladi. Sovitgichning qo‘llanilishi katta iqtisodiy ahamiyatga ega. Klinker sovitilayotganda undan ajralib olinayotgan issiqlik yana pechga qaytariladi. Demak, klinker sovitgichlarda qanchalik yaxshi sovitilsa, yoqilg‘idan foydalanish samarasi ham shunchalik yuqori bo‘ladi va yoqilg‘i kam sarflanadi. Sovitgich yaxshi ishlaganda sovitilgan klinker temperaturasi 50° C dan oshmasligi lozim.

Zamonaviy zavodlarda klinkerning pishirish jarayoni avtomatik ravishda ko‘zatib turiladi. Bu esa klinker sifatini ancha yaxshilashga imkon beradi. Bundan tashqari, avtomatik ko‘zatish klinker hosil bo‘lish jarayonlarini boshqarishga imkon yaratadi va texnologik rejimning buzilishiga yo‘l qo‘ymaydi. Natijada mehnat unumdorligi oshadi va mahsulot ishlab chiqarish ko‘payadi. Bundan tashqari,

klinkerni kuydirish sifatini avtomatik tekshirib, jarayonni kerak tomonga o'zgartirib turish shlam, yoqilg'i sarfini hamda pechning aylanish tezligini, ya'ni materialning baraban buylab harakat tezligini tegishli o'zgartirish yo'li bilan pechning har bir zonasida doim bir xil temperatura va gaz rejimini saqlashga yordam beradi. Ayniqsa, tarkibida C_3S ko'p bo'lgan klinkerning hosil bo'lishini tezlashtirish uchun maxsus qo'shimchalar mineralizatorlar (CaF_2 , Na_2SiF_6 yoki $MgSiF_6$, Fe_2O_3 , gips va fosfogips) qo'shiladi. Mineralizatorlar faqatgina pishirish temperaturasi va erigan eritma qovushoqligini kamaytirmay, C_2S va C_3S ning hosil bo'lishiga ham katalitik ta'sir ko'rsatib, ular kristallarining shakllanishini tezlashtiradi. Natijada temperatura 100...150° C gacha pasayadi. Bundan tashqari, ftorid xom ashyo tarkibidagi ishqoriy elementlarni tutun gazlari bilan uchirib yuborishga yordam beradi va uning klinker tarkibida qoladigan miqdorini ancha kamaytiradi. Bu masala ishqori ko'p bo'lgan xom ashyolardan klinker olishda katta ahamiyatga ega. Ftoridning portlandsement tarkibida qolgan ishqorlarning tishlashish va qotish jarayonlariga salbiy ta'sir ko'rsatishi quyiroqda ko'riladi.

O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining Umumiy va noorganik kimyo institutida bajarilgan ishlar sulfat tuzlarining mineralizator sifatida portlandsement klinkerini olishda samarasi katta ekanligini ko'rsatdi. Bu tuzlar ftoridlar bilan birgalikda katta iqtisodiy foyda beradi.

Mineralizator ta'sirida kalsiy karbonat dissotsiatsiya temperaturasi pasayadi, yuqori temperaturada hosil bo'lgan suyuqlikning qovushoqligi kamayadi va uning alit kristallanish jarayoniga ta'siri sezilarli darajada kuchayadi. Shuningdek, mineralizatorlar klinkerning tarkibiy qismlariga ham ta'sir qiladi: C_3A miqdori kamayib, $C_{12}A_7$ hosil bo'ladi va bunda CaO ajralib chiqishi hisobiga alitning miqdori ortadi.

Mamlakatimizda, ilk bor Toshkentda yangi birikma $3(CaO \cdot 3Al_2O_3) \cdot CaSO_4$ yuqori temperaturada hosil bo'luvchi kalsiy sulfoalyuminat (T.A.Ragozina) kashf etildi. U gips va fosfogips mineralizator tarzida qo'llanilganida oraliq mahsulot sifatida hosil bo'ladi. Bu tuz (gips) ishtiroqida ancha past temperatypada ham ko'p

miqdorda hosil bo‘ladi. Hosil bo‘lgan $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$ —kompleks birikma esa C_3A ning yuzaga kelishiga halaqit beradi. Bunda ajralib chiqqan kalsiy oksid C_2S ning C_3S ga qadar tuyinishi uchun sarf bo‘ladi, gipsli aralashmalarda mazkur moddaning ko‘pligi shu bilan bog‘liq.

Aktiv bo‘lmagan C_3A o‘rnini $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$ ma’lum qism C_2S ning o‘rnini C_3S egallaydi. Natijada sement aktivligi ham ortadi.

S.D.Okorokov va S.L.Golinko-Volfsonning fikricha, ftoridli aralashmada gipsni mineralizator sifatida ishlatish yaxshi samara beradi. Shu sababi ular Al_2O_3 ning klinkerdagi bir og‘irlik birligiga CaSO_4 va CaF_2 dan 0,7 og‘irlik birligi qo‘shishni tavsiya etdilar, bu esa kuydirish temperaturasini $50 \dots 70^\circ\text{C}$ ga kamaytirish hamda sementning mustahkamligini $30 \dots 40\%$ va undan ko‘pga oshirish, shuningdek, ishqorlarning zararli ta’sirini yo‘qotish imkonini berdi.

Portlandsement xom ashyo aralashmasini kuydirish jarayonida kimyoviy reaksiyalarni tezlashtirish uchun mineralizatorlar (katalizatorlar) va boshqa maxsus (legirlovchi) qo‘shilmalar ishlatiladi. Ftor va kremniy-ftor tuzlari, gips, fosfogips va boshqalar mineralizatorlar qatoriga kiradi. Fosfor, xrom, titan oksidlari va boshqalar ko‘pincha xom ashyo materiallari tarkibida bo‘lib, ular tabiiy legirlovchi aralashmalar deb yuritiladi. Bunday aralashmalar bilan xom ashyo shixtalarini ham sun’iy boyitish mumkin.

Fosfogipsni ham mineralizator va legirlovchi modda deb hisoblash mumkin, chunki ularning tarkibida ftor hamda fosfor aralashmalari bor.

Legirlovchi qo‘shilmalarning ta’siri sement sifatini yaxshilovchi klinker minerallarining kristallanish va strukturasining shakllanish jarayonlarida seziladi. Biroq xom ashyo shixtalari tarkibidagi ularning zaruriy miqdori xar bir zavodda tajriba asosida belgilanishi va muayyan darajada cheklanishi lozim.

Voskresenskda (Moskva oblasti) «Gigant» sement kombinati shlamidan klinker hosil bo‘lish jarayoniga fosfogipsning ta’sirini o‘rgangan V.D.Anikeev va boshqalarning ma’lumotiga ko‘ra, shlamga 1100 , 1200 va 1300°C temperaturada turli dozalarda fosfogips aralashtirilsa, u klinker hosil bo‘lish temperaturasini

pasaytiradi va ohakning birikish tezligini oshiradi. Bu tadqiqotchilar kimyoviy va fizik-kimyoviy analiz usullari bilan fosfogipsning gipsga nisbatan ancha aktiv ta'sir etishini ko'rsatdilar.

P.P.Budnikov va L.A.Kroychuk ham fosfogipsning klinker hosil bo'lishi jarayonidagi minerallashtiruvchi rolini ko'rsatib berishdi, shuningdek, ularning fikricha bunda aylanma pechlarning ichidagi o'tga chidamli qoplamada (futerovka) bir tekis suvoq qatlami hosil bo'lib undagi klinker osongina maydalanadi, sement markasi esa «600» ga qadar ortadi.

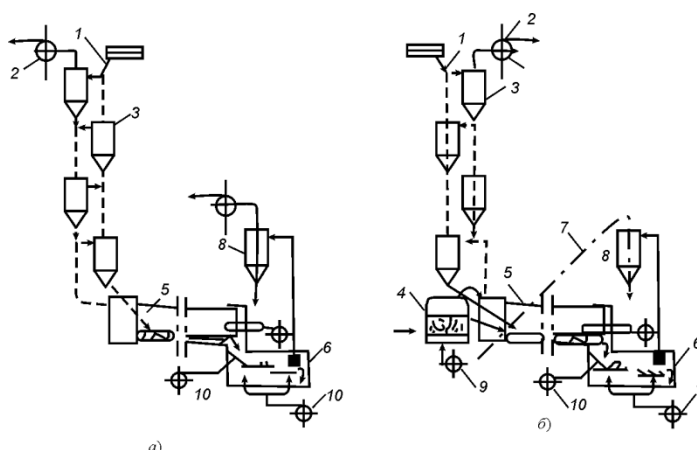
Klinker suyuq fazasining tuzli eritma bilan almashtirilishi klinker hosil bo'lish jarayonini ancha tezlashtiruvchi faktorlardan biridir.

Toshkentdagi qurilish materiallari va loyixalash ilmiy-tadqiqot institutida kalsiy xlorid tuzli eritmasi ishtirokida klinker hosil bo'lish reaksiyalarining mexanizmi va kinetikasi, shuningdek past temperaturada hosil qilingan klinker minerallarining struktura va xususiyatlari borasida o'tkazilgan tadqiqotlarning davomi sifatida aylanma pechlarda portlandsement xom ashyo aralashmasini kalsiy xloridli tuzli eritmada kuydirish sharoitiga muvofiq termik parchalash yo'li bilan olingan klinkerni tuzsizlantirish jarayonini o'z ichiga oluvchi sement klinkeri hosil qilishning past haroratli texnologiyasi ishlab chiqildi. Bundan tashqari, bu tadqiqotlar asosida olingan klinkerning mineralogik tarkibini optimallashtirish, ishlab chiqarish sharoitlarida past temperatura bilan klinker olish imkonini aniqlash, shu klinker asosida sementning xususiyatlarini o'rganish va hosil bo'lgan sementning gidratatsiyalanish jarayonlarini hamda qurilish uchun xos xususiyatlarini belgilash mumkin bo'ldi. Portlandsement klinkerini pishirish temperaturasi 300°C gacha pasaydi. Pechning ishlab chiqarish unumdorligi 50% ga oshdi. Pech futerovkasi ustida yaxshi barqaror qatlam hosil bo'ldi.

Portlandsementni quruq usulda ishlab chiqarish usuli keyingi yillarda keng tarqalmoqda. Bu usulda xom ashyo dastlab quritiladi, so'ngra qo'shiladigan moddalari bilan birgalikda tuyib maydalanadi yoki bir vaqtning o'zida ham quritiladi, ham kukunlanadi. Ikkinchisi hozirgi kunda ko'proq uchraydi. Hosil bo'lgan

kukunsimon xom ashyo maxsus siloslarda yaxshilab aralashtirib turiladi va saqlanadi. Portlandsementni quruq usulda ishlab chiqarish ko'p afzalliklarga ega. Kuydirib klinker olinganda kechadigan fizik-kimyoviy jarayonlar deyarli o'zgarmaydi, faqat texnologiyada ancha o'zgarishlar yuz beradi.

Quruq usul bo'yicha sement ishlab chiqarishda ishlovchi kuydirish agregati pech tashqarisida joylashuvchi issiqlik almashtirgichlar tizimi va kaltalashtirilgan aylanma pechdan iborat (31,32-rasm). Issiqlik almashtirgichlar to'rt va besh bosqichlik siklonlardan tashkil topadi va ularda xomashyo uni siklonlarning yuqorigi bosqichidan pastki (birinchi) siklonga tomon harakat qiladi.

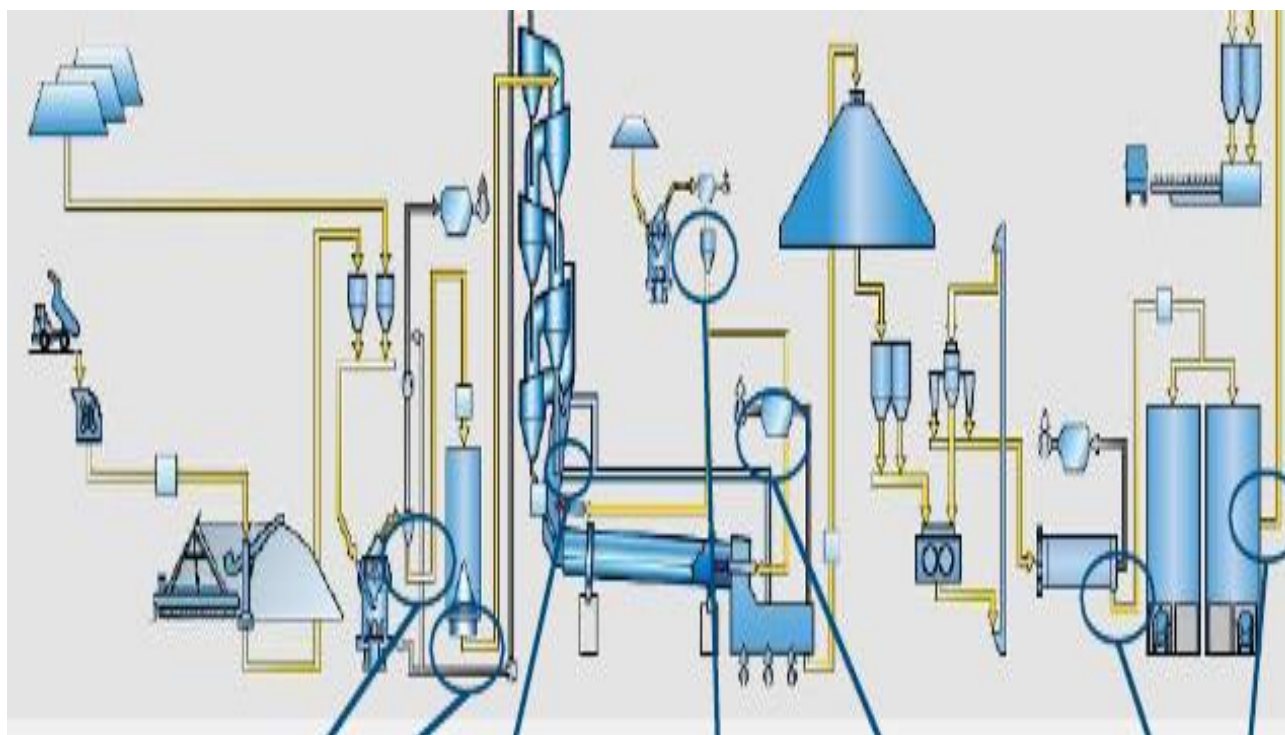


31-Rasm. Quruq usulda sement ishlab chiqarishda pechlar issiqlik almashtirgichlarining tuzilishi.

a) siklonli issiqlik almashtirgichlar bilan; b) siklonli issiqlik almashtirgichlar va dekarbonizatorlar bilan; 1 – xomashyoning berilishi; 2 – dimosos; 3 – siklonli issiqlik almashtirgich; 4 – dekarbonizator; 5 – aylanma pech; 6 – sovitgich; 7 – sovitgichdan chiquvchi havo; 8 – cho'ktirgich; 9 – havo purkagich; 10 – klinkerni sovitish uchun havo beruvchi ventilyatorlar.

Bunda pastga tomon harakat qilayotgan xomashyo uni materialga aylanma pechdan chiquvchi gazlardan beriluvchi issiq havo orqali isiydi. Siklonlar bir vaqtning o'zida gazni materialdan ajratish vazifasini bajaradi. Gaz siklonning yuqorigi qismiga kirib keladi, xomashyo materiali esa siklonning pastki qismida to'planadi. Materialni dozirovkalash gaz yo'liga kirishda uchinchi bosqich siklondan o'tgandan so'ng amalga oshiriladi. Materialni siklonli issiqlik almashtirgichlar ichida bo'lishi

uchun bir minutga yaqin vaqt talab qilinadi Bu vaqt ichida harorat 750–800 °C gacha ko‘tariladi va materialning qisman dekarbonizatsiyalanishi sodir bo‘ladi. Dekarbonizatsiyalanish darajasi pech tashqarisidagi siklonli issiqlik almashtirgichlarning turiga ko‘ra 30–40% gacha tashkil etadi, qo‘shimcha reaktor qo‘llanishida esa (dekarbonizator) 90–95% ga etadi. Issiqlik almashtirgichlar qurilmalaridan o‘tgach xomashyo aralashmasi aylanma pechga kiradi, siklonli issiqlik almashtirgichlardan chiquvchi gazlar esa xomashyo maydalovchi tegirmonlarga yoki sovutgich orqali kollektorlarga o‘tadi, bu erga tegirmonlar orqali o‘tgan gazlar bilan birlashadi. Chiqib ketuvchi gazlar kollektor ichidan chiqishda elektrofiltrlar vositasida tozalanib dimosoz yordamida tutun mo‘rxonaga yo‘naltiriladi. Hozirgi paytda sement ishlab chiqarish eng keng tarqalgan quruq usulda ishlovchi diametrli 6,4 m diametrli, uzunligi 95 m bo‘lgan va 125 t/soat unumdorlikdagi aylanma pechda amalga oshiriladi.



32-Rasm. Quruq usulda portlandsement ishlab chiqarishning texnologik sxemasi

Yuqorida aytib o'tilganidek, ho'l usulda portlandsement ishlab chiqarishda xom ashyo komponentlari yaxshi aralashadi va xom ashyo aralashmasi tarkibini to'g'rilash oson bo'ladi. Shuning uchun bir kondan olinayotgan xom ashyo kimyoviy tarkibi jixatdan nihoyatda xilma-xil bo'lsa, ho'l usuldan, xom ashyo tarkibi bir xil va uning namligi 10...15% bo'lsa quruq usuldan foydalanilgani ma'qul. Chunki issiqlik-texnik va iqtisodiy jihatdan keyingi usul afzal. Masalan, xom ashyo aylanma pechlarda quruq usulda kuydirilayotgan bo'lsa, yoqilg'i ho'l usuldagina nisbatan 20...30% kam sarflanadi. Bundan tashqari, quruq usul yana shuning uchun ham afzalki, bu usulda ancha tejimli pechlar, masalan, siklonli issiqlik almashtirgichlar o'rnatilgan aylanma pechlarni ishlatish mumkin.

Xom ashyoda toshsimon aralashmalar ko'p bo'lsa ham quruq usuldan foydalangan ma'qul, chunki ho'l usulda xom ashyoning anchagina qismini sharli tegirmonlarda maydalashga to'g'ri keladi. Biroq, xom ashyo materiallarini boyitish zarur bo'lsa, ho'l usul qo'llagan yaxshi. Masalan, gil kvars qumi bilan, ohaktosh esa gil bilan ko'p ifloslangan bo'lsa, aralashma tarkibidagi silikat tashkil etuvchi qum donalari gil chayqatgichlarda maydalanadi va ajratib tashlanadi.

Xom ashyo materiallari o'rnida suvda oson iviydigan materiallar, masalan, bo'r va gil ishlatilsa, ho'l usul qulay hisoblanadi. Chayqatgichlarda maydalash uchun shar tegirmonlarda maydalashga qaraganda bir necha marta kam elektr energiyasi sarflanadi, ishlatish xarajatlari ham ancha kam bo'ladi.

Tabiiy nami juda ko'p bo'lgan xom ashyo materiallaridan foydalanilganda ishlab chiqarishni ho'l usulda tashkil etgan ma'qul. Portlandsement ishlab chiqarishda qaysi usuldan foydalanishdan kat'i nazar, uning texnikaviy va qurilishga xos xususiyatlari deyarli bir xil bo'ladi. Kelajakda sement sanoati futerovka mustahkamligini oshirish, pechlarda nssiqlikdan foydalanishni yaxshilab, yanada sifatli maydalovchi-jismlar ishlatish, pechdan chiqqan changdan foydalanish, remont xizmati ishining sifatini yaxshilash, asbob-uskunalarining vaqt hamda unumdorligi bo'yicha notekis ishlashiga barham berish, remont vaqtini qisqartirish va hokazolar,

asosiy fondlardan foydalanish ko'rsatkichlarini yaxshilash, kapital mablag'larning samaradorligini oshirish kabi masalalarni amalga oshirmog'i lozim.

Pechning nisbiy ish unumdorligini oshirish maqsadida klinker hosil bo'lish jarayonini tezlashtirishga kuydirish temperaturasi oshirish orqali erishish mumkii. Biroq aylanma pechlarda temperaturaning ko'tarilishiga futerovkaning barqarorligi halqa va katta kesak hamda guvalasimon mahsulotlar hosil bo'lish xavfi mone'lik qiladi, ayni vaqtda temperaturaning ko'tarilishi issiqlikning nisbiy sarfini oshiradi. Shuning uchun yuqori temperaturalarda klinkerni kuydirish imkonini beruvchi yangi kuydirish apparatlari zarur.

Yuqori temperaturada klinker olish jarayoni shu bilan farqlanadiki, xom ashyo aralashmasi 1800...2000°C gacha tez qizdirilganda karbonatlar hamda gilli minerallarning dissotsiatsiyalanish davrlari oksidlarning o'zaro ta'sirlashuv davriga muvofiq keladi.

Yuqori temperaturada vujudga keladigan oksidlar hosil bo'lish vaqtida juda aktivligi tufayli, bir-biri bilan darhol o'zaro ta'sirlashuvga kirishadi. Bunda reaksiya oksidlarning dastlabki hosil bo'lishidagiga nisbatan ancha tez kechadi.

Yangi kuydirilgan klinkerni tez va yaxshi sovitish muhim bo'lib, buning uchun juda takomillashgan konstruksiyali sovutqichlar zarur. Tez kuydirish va tez sovitish faqat mehnat unumdorligini oshiribgina qolmay, balki sement sifatini yaxshilashda ham hal qiluvchi rol o'ynaydi.

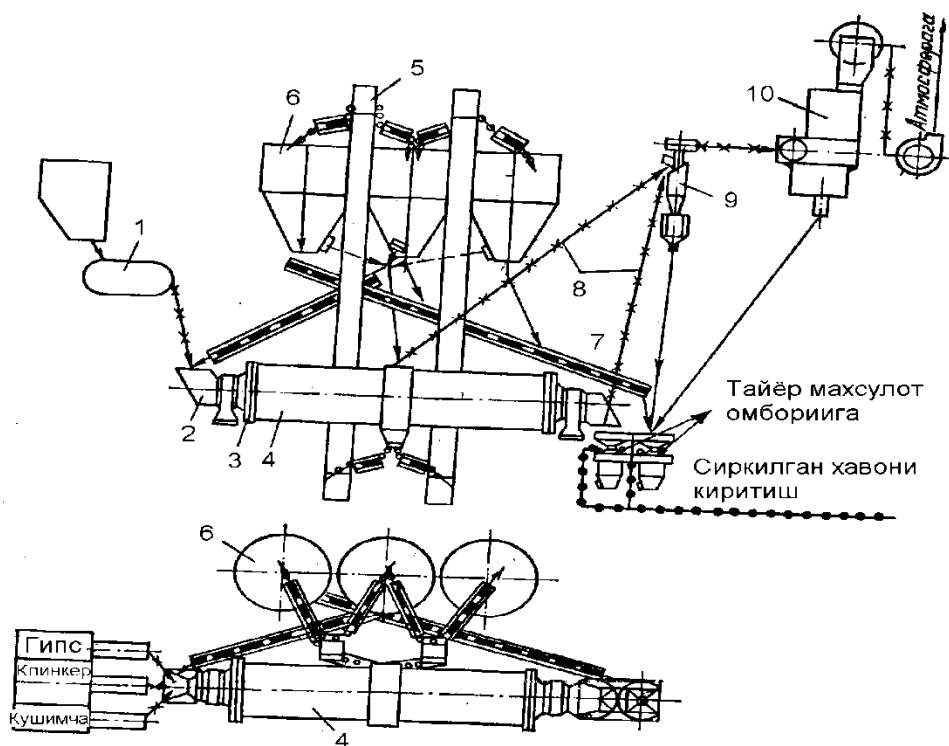
Klinkerni yuqori temperaturada tez vaqt ichida kuydirish usulida chiqayotgan issiqlikdan qayta foydalanish katta ahamiyatga ega, bu o'z navbatida, yoqilg'i sarfini kamaytirish, shuningdek, hosil bo'ladigan mahsulotning yuqori sifatli bo'lish shartlaridan biri-xom ashyo aralashmasining tarkibiy qismlari o'rtasidagi reaksiyaning tugallanishini ta'minlash imkonini beradi.

Katta o'lchamli yuqori ish unumiga ega bo'lgan aylanma pechlardan foydalanish, shuningdek, yangi kuydirish qurilmalar ishlatish, sement sifatini oshirish, xilma-xil ixtisoslashtirilgan sement turlari ishlab chiqarish uchun qo'llanilayotgan o'tga chidamli materiallarning xususiyatlarini yana ham yaxshilash

uzoq vaqt xizmat qiladigan o'tga chidamli materiallarning yangi turlarini topishni talab etadi.

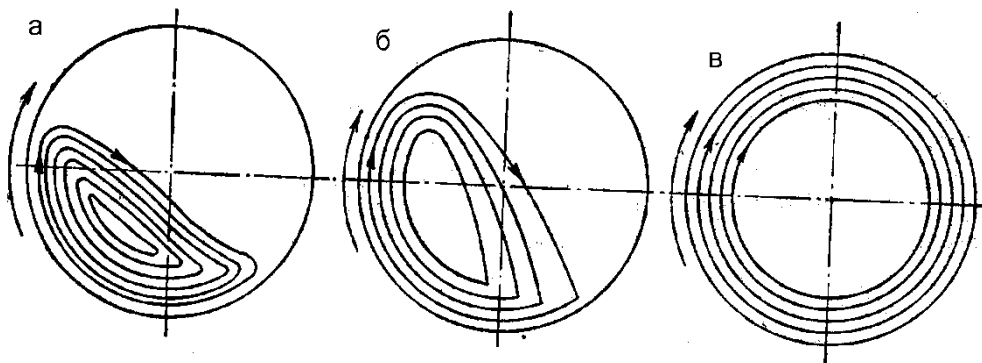
5- §. Klinkerni tuyish

Portlandsement ishlab chiqarish uchun xom ashyo aralashmasini kuydirishniig o'zi kifoya emas. Klinker bu yarim fabrikat hisoblanadi. Muayyan texnik xossalarga ega bo'lgan portlandsement olish uchun klinkerni tuyish, unga gips va aktiv mineral qo'shilmalar qo'shish kerak, qo'shilmalarning ko'pi g'ova, tabiiy sharoitlarda juda nam materiallar bo'ladi. Nam qo'shilmalar ishlatish esa mumkin emas, chunki sement maydalanayotgan jinslarga va tegirmon devorlariga yopishib qoladi, ya'ni yaxshi tuyilmaydi. Bundan tashqari, qo'shilmalar tarkibidagi ozgina namdan sement gidratlanib, zichlanib, bosilib qoladi. Shuning uchun qo'shilmalar tuyib quritiladi.



33-rasm. Separatorli tegirmon qurilmasining sxemasi.

1-tarozili lentali dozator, 2-qabul qilgich voronka, 3-ta'minlagichning qopqog'k, 4-baraban, 5-elevator, 6-separator, 7-aerotarnov, 8-quvur, 9-siklon, 10-engli filtrlar.



34-rasm. Tegirmonda sharlar harakatining sxemasi

Gipsli qo‘shilma sifatida ikki molekula suvli gips, ya’ni gipstosh ishlatiladi. Gipstosh zavodga odatda, yirik bo‘laklar holida olib kelinadi. Gipstosh jag‘li maydalagichlarida maydalaniladi, u odatda quritilmaydi. Bu qo‘shilmadan (ko‘pi bilan 5%) qo‘shiladi. Uning umumiy namligi aralashmaga unchalik katta ta’sir qilmaydi. Hamma qo‘shilmalar va klinker odatda birga tuyiladi. Shuni aytish kerakki, tayyorlangan klinker qanchalik mayda tuyilsa, portlandsement aktivligi shunchalik yuqori bo‘ladi, u dastlabki muddatlarda tezroq qotadi. Beton va temir-beton buyumlar ishlab chiqarishda bu juda katta ahamiyatga ega. Biroq tuyish jarayonining texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari, ya’ni tuyish uchun elektr energiyaning ko‘p miqdorda sarf bo‘lishi va tegirmon ish unumining kamayib ketishini ham hisobga olish kerak.

Umuman portlandsement ishlab chiqarish texnologiyasida tuyish eng ko‘p energiya sarflanadigan bosqichlardan biri hisoblanadi. Sharli tegirmonda maydalangan 1t portlandsement uchun soatiga 30 kVt va undan ortiq elektr energiyasi sarflanadi (33, 34-rasm.). Shuning uchun zavodlarning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlariga ko‘ra, 008 nomerli elakda 5...8% gacha qoldik qoladigan qilib tuyilganda portlandsement, 2...4% va undan kam qoldikli tez qotuvchan sement ishlab chikaradi. Bu holda sementlarning solishtirma sirti tegishlicha 300...350 m²/kg va 400...450 m²/kg ga etadi.

Hozirgi vaqtda tuyish jarayoni texnikasini yaxshilash, ya’ni nisbatan unumli va tejimli apparatlar va texnologik sxemalar ishlatish, shuningdek, maxsus qo‘shilmalar

(yaxshi tuydiradigan moddalar) ishlatish bilan materialning mayda tuyilishiga erishilmoqda. Mavjud sharli tegirmonlar konstruksiyasi takomillashtirilib, yangi unumli va tejamliroq agregatlar yaratilmoqda.

6-§ Portlandsement maydalik darajasining uning xossa va xususiyatlariga ta'siri

Portlandsementning ko'p xossalari, shuningdek, uning aktivligi, qotish tezligi va boshqalari faqat klinkerning kimyoviy, mineralogik tarkibi, alit va belit kristallarining shakli va o'lchamlari, u yoki bu qo'shilmalarning mavjudligidan tashqari, ko'p darajada mahsulotning mayin tuyilishiga, uning donadorlik tarkibiga va kukun zarrachalarining shakliga bog'liq. Sement kukuni o'lchamlari asosan 5...10 mkm dan 30...40 mkm gacha bo'ladi.

Sementlarning solishtirma sirti ortgan sari uning mustahkamligi va qotish tezligi ortadi, chunki zarrachalarning aktiv sathi o'sadi. Ammo bu ko'rsatkichlar ma'lum disperslik darajagacha, ya'ni solishtirma sathi 700...800 m²/kg bo'lguncha ortadi. Bu chegaradan so'ng qotgan sement toshining mustahkamlik ko'rsatkichlari odatda yomonlashadi. Shuning uchun sementni ma'lum darajagacha (700...800 m²/kg) tuyish va sinovlar bilan nihoyatda mayda tuyishning sement fizik-mexanik xossalari ta'sirini tekshirib ko'rish zarur. Sovuqqa chidamliligi esa past solishtirma sathga (400... 500 m²/kg) ega bo'lganda juda yomonlashib ketadi. Sement kukunining turli o'lchamdagi zarralari sement mustahkamligiga va qotish tezligiga (sement qotayotganida) turlicha ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun sementlarni xarakterlashda faqat uning solishtirma sirtiga emas, balki uning donadorlik tarkibiga ham e'tibor berish kerak.

Ba'zi olimlar esa klinkerlarni o'ta darajada kukunlashtirishni tavsiya qilmaydilar chunki o'lchamlari 1...3 va hatto 5 mkm bo'lgan zarrachalar havo nami bilan tez va qisqa vaqt ichida gidratlanadi va materialning aktivligi pasayadi yoki bunday o'ta dispers zarrachalar suv bilan qorilganda juda tez gidratlanadi va keyinchalik sementning qotishida ishtiroq etmaydi degan fikrni bildiradilar.

Hozirda portlandsement qanchalik mayda tuyilganini aniqlashning ikki usuli bor:

- 1) ikkita elakda elash: yuqorigisi 02 nomerli, pastkisi 008 nomerli;
- 2) sement donalari solishtirma sirti o'lchanadi (m^2/kg hisobida).

Odatda, portlandsementning qanchalik mayda tuyilgani 02 nomerli elakdan elanishi va 008 nomerli elakda 5...8% qoldiq qolishiga qarab aniqlanadi. SHunda sementning solishtirma sirti 250...300 m^2/kg ga to'g'ri keladi.

Amalda kukunlashning ikki xil sxemasi ishlatiladi: ochiq sikl va yopiq sikl. Klinkerni ochiq sikl bo'yicha tuyayotganda materiallar tegirmondan qo'shimcha ishlovsiz bevosita tayyor maxsulotlar omboriga yuboriladi.. Yopiq siklda esa tegirmondan chiqqan materiallar separatorlarda elanadi, sementning yirik donalari qayta tuyishga yuboriladi, maydasi esa tayyor maxsulotlar omboriga jo'natiladi.

Yopiq sikl bo'yicha tuyish ancha takomillashtirilgan sxema hisoblanadi. Sementning mayda zarrachalari ajratib olinsa, tegirmoning ish unumi oshadi, chunki mayda zarrachalari maydalovchi jismlarga yopishib qolganda, jismlarning urishish kuchi bo'shashadi: sementning juda mayda zarrachalari o'z sirtida havoni adsorbsiyalaydi va maydalovchi jismlar hamda tegirmon devorlarida hosil bo'lgan o'ziga xos «yostiq» maydalovchi jismlar zarbi va ishqalash ta'sirini amortizatsiyalaydi. Maydalanayotgan butun massadan mayda donalarni tinimsiz ajratib turish uchun tegirmonga havo yuboriladi. Havoning harakat tezligi tegirmondan ma'lum o'lchamdagi sement zarrachalari chikadigan qilib belgilanadi. Xuddi shu havo oqimi yordamida sement omboriga (ochik sikl bo'yicha tuyayotganda) yoki seperatorga (yopiq sikl bo'yicha tuyayotganda), so'ngra esa omborga yuboriladi. Uzatilayotgan chang-havo aralashmasidagi sement zarrachalari siklon va filtrlarda tutib qolinadi.

To'yish intensivifikatorlari. Bu moddalarni ishlatishda asosiy maqsad juda mayda sement zarrachalarining o'zaro va maydalovchi jismlarga yopishib qolishiga yo'l qo'ymaslikdir. Bundan tashqari, ba'zi intensivifikator moddalar klinker qattikligini kamaytiradi. Tuyishga yordam beradigan moddalar sifatida antratsit, kuya, sitr-aktiv

qo'shilmalar (sovunnaft, sulfit-spirt bardi (SSB), petrolatum, trietanolamin, Petrov kontakti) va boshqa moddalar ishlatiladi.

Intensifikator moddalar ishlatish sementning tuyilish darajasini saqlagan holda jarayonning kechish muddatini qisqartirish yoki, aksincha, jarayon muddatini saqlagan holda materialni yana maydalab tuyishga imkon beradi. Bu qo'shimchalar sement massasining 0,02...0,5% miqdorida qo'shiladi.

S.M.Royak va boshqa tadqiqotchilarning fikricha trietanolamin va uning SSB bilan 1:1 nisbatidagi aralashmasi (massa bo'yicha) juda kuchli intensifikator bo'lib hisoblanadi. Bularni tegirmoning birinchi kamerasiga 0,01...0,03% miqdorda juda mayda zarrachali suvdagi eritmasi holida beriladi. Natijada tegirmonlarning unumdorligi 15% ga ortadi.

Intensifikatorlarning tegirmonga solinadigan optimal miqdori uning va kukunlashtiradigan materialning xossasiga, shuningdek, intensifikatorni solish usuliga ham bog'liq.

Sementlarni omborda saqlash, qoplash va jo'natish. Tayyor sement zavodlarda har birining sig'imi 2500...10000 t gacha bo'lgan diametri 1...18 m va balandligi 25...40 m bo'lgan temirbeton siloslarda saqlanadi. Sement siloslarining umumiy sig'imi kamida 10 sutkalik ishlab chiqarilgan sementni saqlashiga etarli bo'lishi ko'zda tutiladi. Bunday katta omborlar erkin ohakni havo nomi ta'sirida batamom so'ndirish maqsadida foydalanishga ham kerak. Bundan tashqari, tegirmondan sement 100...150°C gacha temperaturada chiqadi va siloslarda 1...2 hafta davomida saqlanadi.

Har bir zavodda bunday siloslardan kamida to'rtta bo'lishi kerak. Ikkitasida sement etiladi va soviydi, uchinchisiga sement to'ldiriladi, to'rtinchisidan olinadi.

Zavodda ikki va undan ortiq markada sement ishlab chiqarilsa, siloslar soni ko'paytiriladi.

Sement qatlamlanib qolmasligi uchun siloslardagi sement vaqt-vaqti bilan siqilgan havo yordamida g'ovaklashtirib turiladi. Bu esa siloslardan sement olishni ham osonlashtiradi.

Sement zavodlarida ishlab chiqarishni tekshirish. Zamonaviy sement zavodlarida olinayotgan xom ashyo, yarim fabrikat hamda tayyor mahsulot-sementning talab qilingan sifatda bo'lishini ta'minlash uchun asosiy jihozlarning belgilangan texnologik rejimda ishlashiga juda jiddiy e'tibor qilish kerak. Shuning uchun ishlab chiqarishni tekshirish alohida ahamiyat kasb etadi.

Xom ashyo materiallarini maydalash darajasi va maydalangan mahsulot o'lchami hamda donadorlik tarkibi belgilanganga qanchalik mos ekanligi tekshirib turiladi. Xom ashyo tuyish sexida tuyish namligi va qanchalik mayda tuyilgani tekshiriladi. Bir qancha xom ashyo komponentlari baravariga maydalanayotganda ishlanayotgan aralashma tarkibi belgilangan tarkibga qay darajada mosligi tekshiriladi. Tayyor mahsulotni tuyish sexida ham shu tariqa tekshiriladi.

Pishirish sexida texnologik rejimga (pishirish temperaturasi, materiallarning pech zonalarida bo'lishi muddatlari), tutun gazlar temperaturasi va tarkibi, yoqilg'i va pishiriladigan materiallar sifati, pishirish natijalariga qanday rioya qilinayotgani kuzatib boriladi.

Xom ashyo materiallari, yarim fabrikatlar va tayyor mahsulotlar sifati texnologik jarayonning barcha bosqichlarida-xom ashyo zavodga olib kelingan paytdan boshlab tayyor mahsulot jo'natilgunga qadar tekshirilib, kuzatib boriladi.

Ishlab chiqarishni tekshirishi quyidagi talablarga javob berishi kerak:

tekshirish uchun olingan namuna materiallarning o'rtacha sifatiga mos kelishi lozim;

namuna olinadigan joy to'g'ri tanlanishi va texnologik parametrlar to'g'ri aniqlanishi shart (temperatura, namlik, aralashmalarning harakatchanligi va boshqa parametrlar);

jihozlarning ish rejimi tekshiriladigan joy to'g'ri tanlanishi kerak;

namunalarni takror olish vaqti va uning miqdori to'g'ri tanlanishi lozim;

tekshirish jarayoni iloji boricha to'la avtomatlashtirilgan va tekshiruvchi qupilmalar masofadan turib boshqariladigan bo'lishi kerak.

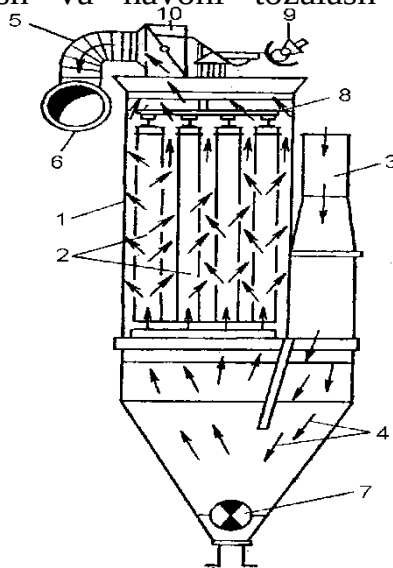
Hozirgi kunda tekshirish uchun namunalar avtomatik yo'l bilan olinadi.

Sement zavodlarida mehnat muhofazasi. Sement sanoatida xom ashyoni qanday qazib olish va qayta ishlash, xom ashyo aralashmalarini pishirish, klinkerni kukunlash, juda ko‘p miqdordagi materialni bir joydan ikkinchi joyga va omborga tashish hamda iste‘molchiga jo‘natish kabi murakkab va turli mexanizm, uskunalar bilan jihozlangani va ko‘p miqdorda elektr dvigatellarning borligi uchun jihozlarning xavf-xatarsiz ishlatilishi va ishlab chikarish operatsiyalarining bajarilishi, shuningdek, ishlash uchun normal sanitariya-gigiena sharoitlari yaratilishiga doir asosiy tadbirlar belgilangan bo‘ladi.

Xavfsizlik texnikasida jihozlar orasidan o‘tish uchun etarli joy qoldirilgan, maydonchalarda bemaolol ishlaydigan sharoitning bo‘lishi, muxofaza g‘iloflari va tusiqlar o‘rnatilishi, ko‘chma elektr jihoz va asboblardan bexatar ishlash uchun zarur sharoitlar yaratilganligi ko‘rsatilgan bo‘ladi.

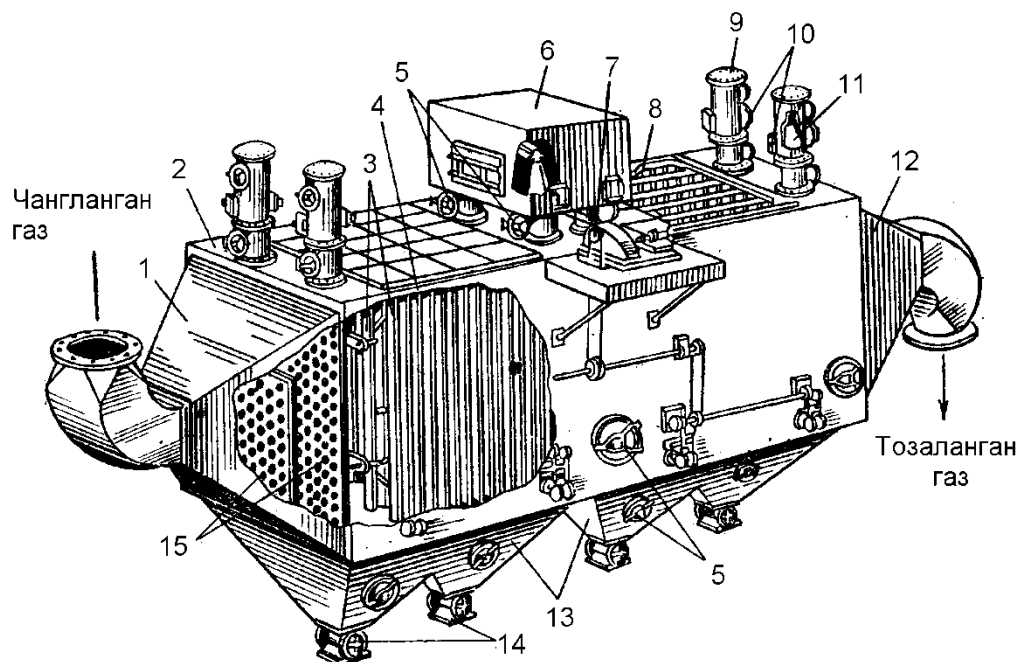
Sanitariya texnikasiga doir tadbirlarni ishlab chiqishda isitiladigan va isitilmaydigan binolar, havo, chang, bo‘r va gazlardan juda ifloslanadigan joylar va ifloslangan havoni markaziy tartibda so‘rib olib, tashqariga chiqarib yuborish tadbirlari qurilgan. Xavfsizlik texnikasi va sanitariya texnikasi bo‘yicha belgilangan hamma tadbirlar texnologik jarayon bilan uzviy bog‘langan.

Chaglarni ushlash va hayoni tozalash uchun maxsus asbob-uskunalar ishlatiladi (35, 36- rasm).



35-rasm. Mato filtr.

1-metall korpus, 2- materialdan tikilgan silindr shaklidagi eng, 3-quvur, 4-filtrning pastki qismi, 5-truba, 6-umumiy quvur , 7-vintli transportyor, 8-har bir seksiyadagi englarni osib qo'yish uchun mo'ljalangan planka, 9-tebratuvchi mexanizm, 10-zaslonka.



36-Rasm.Eletrfiltr

1-diffuzor, 2-korpus, 3-tok uzatuvchi elektrodlar, 4-changni ushlab qoluvchi elektrodlar, 5-lyuklar, 6,9-izolyator qutichalar, 7-tebratuvchi yuritma mexanizmi, 8-montaj lyukning qopqog'i, 10-izolyatorning elektr yo'li bilan isituchi elementlari, 11-tayanch-o'tkazgich izolyator, 12-konfuzor, 13- chang uchun mo'ljalangan bunker, 14-sektorli zatvorlar, 15-gaz taqsimlagich-to'r.

8-bob Portlandsementning kotishi, xossalari va ishlatilishi.

1-§. Sementning suv bilan birikishi va hosil bo'lgan mahsulotlarning kimyoviy tarkibi

Portlandsement klinker, gips, aktiv mineral (gidravlik), shuningdek, boshqa qo'shilmalar aralashmasidan iborat. Bu moddalar portlandsementning qotish jarayonida va sementtosh strukturasi o'zgarishida ma'lum darajada ishtiroq etadi. Ammo, yuqorida aytib o'tilganidek, portlandsementning sifat ko'rsatkichlari asosan klinker miqdoriga ko'ra aniqlanadi. Ko'rsatilgan jarayonlarda maydalangan klinkerning suv bilan o'zaro ta'sir etishi ayniqsa qatta ahamiyatga ega.

Maydalangan sement klinkeri xech qanday aralashmasiz yoki qum yoxud qum va shag'al bilan suvda qorilganda, vaqt o'tishi bilan tishlashib tobora mustahkamlana boradigan va toshsimon holatga o'tadigan sementtoshga, qorishmaga va betonga aylanadigan plastik hamir, qorishma va beton hosil bo'ladi.

Yangi hosil bo'lgan kimyoviy birikmalarning tarkibi sementlarning kimyoviy va mineralogik tarkibiga, shuningdek, reaksiya ketayotgan muhitda temperaturaning o'zgarishiga bog'liq. Ma'lumki, oddiy portlandsementning klinker qismi quyidagi fazalardan iborat (% hisobida):

Alit C_3S	45...60
Belit C_2S	20...30
Uch kalsiy alyuminat S_3A (qisman $12CaO \cdot 7Al_2O_3$).....	5...12
C_4AF (alyumoferrit fazasi)	10...20
Shisha fazasi	5...15
CaO (erkin holda)	0,5...1
MgO , erkin va boshqa fazalarda	. 1...5
$Na_2O + K_2O$ ishqoriy fazalarda	0,5...1

Murakkab tarkibli portlandsementning suv bilan birikishini va yangi hosil bo'lgan mahsulotlarning sement fizik-mexanik xossalari ta'sirini aniq bilish uchun

uning xar bir komponentining suv bilan reaksiyaga kirishishini ko‘rib chiqib, so‘ngra murakkab jarayon haqida to‘la tushunchaga ega bo‘lishimiz mumkin.

Alit-klinkerda Al_2O_3 va MgO qo‘shimchasi bilan birga uchraydigan C_3S ning qattiq eritmasi bo‘lib, suv bilan reaksiyaga kirishganda atrof-muxitning temperaturasiga va kalsiy gidroksidning konsentratsiyasiga bog‘liq holda turli gidrosilikatlar hosil qiladi.

Odatdagi temperatura va $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ning eritmadagi konsentratsiyasida CaO hisoblansa, uning miqdori 0,05...1,1 g/l gacha bo‘lganda ma’lumotlarga ko‘ra C_3S ning gidratatsiyasi tufayli kam darajada kristallangan o‘zgaruvchan tarkibli $\text{CaO}_{0,8-1,5}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}_{2,5-1}$ gidrosilikatlar hosil bo‘ladi. Eritmada $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ning konsentratsiyasi qancha kam bo‘lsa, hosil bo‘lgan gidrosilikatlarning asosligi shuncha past bo‘ladi. Bunday gidrosilikatlarni Bogg $\text{CSH}(\text{B})$ qo‘rinishidagi umumiy formula bilan yoki Teylor – $\text{CSH}(1)$ bilan belgilangan.

Eritmada $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ning konsentratsiyasi to‘yingan va o‘ta to‘yingan, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ning eruvchanligi oshadigan (ayniqsa past temperaturada) darajaga etganda (masalan 10°C da CaO ning miqdori 1,25 g/l) C_3S metastabil tarkibli gidrosilikat $\text{CaO}_{1,5-2}\cdot\text{SiO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$ ga aylanadi.

Bogga ko‘ra u C_2SH_2 formulasi bilan, Teylorga ko‘ra $\text{C}_2\text{SH}(\text{II})$ bilan belgilanadi. Biroq qotuvchi sement xamiri aralashmasining temperaturasi $30\ldots 50^\circ\text{C}$ ga etganda, shuningdek $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ning eruvchanligini kamaytiruvchi eritmada ishkorlarining borligi asosan $3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ tarkibli gidrosilikatlarni hosil qilishga imkon beradi. Bu birikma $\text{CSH}(\text{B})$ gruppasiga taaluqlidir. SHuning uchun yaxshi kristallangan tobermorit $\text{C}_5\text{S}_6\text{H}_5$ ham shu gruppaga kiradi.

Agar sement xamirida asosan $3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ hosil bo‘ladi deb farz qilsak, u xolda C_3S ning suv bilan reaksiyasi quyidagicha yoziladi



Ko‘rinib turibdiki, bu reaksiyada uch kalsiyli silikat gidrolitik parchalanish natijasida ko‘p miqdorda erkin kalsiyli gidroksid hosil bo‘ladi. Bu gidrat sementosh

strukturasini o'zgartirish bilan birga uning suvda emirilishini tezlashtiradi. Bu holning oldini olish usuli kuyida bayon etilgan.

CSH(B) gruppasidagi kalsiy gidrosilikatlar katlami kristallik strukturaga ega bo'lib, turli miqdorda H_2O molekulalarini (2; 5; 1; 0,5) qator orasida ushlab turadi. Bu suv esa kristall tekisliklari orasidagi bo'shliqdan bug'lanib ketishi va yana singib kirishi mumkin. Natijada kristallik tur kirishadi va suv singib kirganda shishadi. 2...2,5 molekula suvli gidrosilikatlar odatdagi va bir oz temperatura ko'tarilganida ham barqaror turadi. Temperatura $100^{\circ}C$ atrofida bo'lganda gidrat suvning miqdori bir molekulagacha kamayadi, temperatura $250^{\circ}C$ gacha ortsa, suv molekulasini 0,5 qoladi. $450...500^{\circ}C$ temperaturada gidrat strukturasi o'zgarmasdan gidrosilikatlarning to'la suvsizlanishi boshlanadi. $700...800^{\circ}C$ da to'r o'zgarib anchagina kirishadi va natijada β -vollastonit hosil bo'ladi.

CSH(B) va C_2SH_2 gruppasidagi gidrosilikatlar qalinligi 20...30 Å ikki-uch molekula qatlam atrofida, kengligi 400...500 Å, o'rtacha uzunligi 1 mkm ga yaqin juda yupka barg kabi hosil bo'ladi. Yangi maxsulot zarrachalarining solishtirma satxi: ikki qatlamning qalinligi $376\text{ m}^2/\text{g}$, uch qatlamining qalinligi $252\text{ m}^2/\text{g}$.

Ko'p ma'lumotlarga ko'ra yangi mahsulotlarning, ayniqsa yuqori asoslilarning tarkibi C/S nisbat (ko'pi bilan 1,3) bilan ifodalansa, ichi bo'sh tola kabi rulonga aylanishga moyil bo'lib qoladi. Tolaning ichki va tashqi sathiga adsorbsiya kuchlari ta'sirida turli tezlik bilan ushlanib turgan suv molekulalari joylashadi. Vakuum yoki qizdirish vaqtida suv bu oraliq (bo'shliq) lardan asta-sekin bug'lanib boshlaydi. Kristallar tarkibiga kiruvchi va to'r qatlari orasiga joylashgan hamda oldindan qo'shimcha valentliklar bilan birikkan suv molekulalari juda katta qiyinchilik bilan bartaraf etiladi.

CSH(B) va C_2SH_2 gidrosilikatlarni muntazam ravishda suv bilan ishlansa, $Ca(OH)_2$ erib yuvilishi hisobiga ular to'la parchalanadi. Yuvilmay qolgan qattiq qism asosan g'ovak holatdagi suvli qumtuproqdan iborat.

C_3S ning yuqori temperaturadagi $50...100^{\circ}C$ gidratatsiyasi yuqorida aytib o'tilgan CSH(B) va qisman C_2SH_2 tipdagi kalsiy gidrosilikatlarni hosil qiladi. Shu

gidrosilikatlarni eritmada $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ning konsentratsiyalari ma'lum miqdorga etganda belit ham hosil qiladi. Bu holda gelsimon $\text{CSH}(\text{B})$ va C_2SH_2 bilan birga $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ham hosil bo'ladi, ammo uning miqdori C_3S gidratatsiyalangandagiga nisbatan kam bo'ladi. Bu reaksiya mahsuli tarkib jihatdan C_3S gidrolizi natijasida hosil bo'ladigan gidrosilikatlarga o'xshash.

Zamonaviy ma'lumotlarga ko'ra, C_2S ning $175\ldots 200^\circ\text{C}$ temperaturadagi gidratatsiyasi $\text{Ca}(\text{OH})_2$; C_2SH_2 ; $\text{C}_2\text{SH}(\text{A})$; $[(1,8\ldots 2,4) \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2(1\ldots 1,25) \cdot \text{H}_2\text{O}]$ lardan iborat turli maxsulotlarni va uch kalsiyli gidrosilikat $\text{C}_3\text{SH}_{1,5}$ ni hosil qiladi. Ko'rsatib o'tilgan gidrosilikatlarning qaysisi qo'p hosil bo'lishi temperatura, issiq-nam sharoitda ishlov berishning vaqtiga va boshqa faktorlarga bog'liq.

β -ikki kalsili silikat 160°C temperaturagacha gidratatsiya jarayonida C_2SH_2 ni hosil qiladi. Bu birikma yana yuqoriroq temperaturalarda $\text{C}_2\text{SH}(\text{A})$ ga, Teylor bo'yicha esa ning α -gidratiga o'tadi.

C_3S va C_2S ning kvarts qumi bilan 10:30 va 50:50 nisbatdagi aralashmasi $175\ldots 200^\circ\text{C}$ temperaturada 8...10 soat davomida issiq-nam sharoitda ishlov berilganda $\text{CSH}(\text{B})$ qum kam bo'lganda $\text{CSH}(\text{B})$ bilan birgalikda $\text{C}_2\text{SH}(\text{A})$ hosil bo'ladi.

$\text{CSH}(\text{B})$ tipdagi gidrosilikatlar $150\ldots 200^\circ\text{C}$ temperaturada 10...20 monomolekulalar qalinligidagi plastinkadan iborat bo'ladi. Bu esa yangi maxsulotlarning oddiy temperaturada hosil bo'lgandagiga nisbatan solishtirma sathini juda ham kamaytirib yuboradi. Kristallanish darajasi ancha ortadi.

Uch kalsili alyuminat C_3A odatdagi sharoitda gidratatsiyalanganda oldin metastabil geksagonal plastinkasimon birikma- $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (10\ldots 12)\text{H}_2\text{O}$ hosil bo'ladi. Ammo bu modda ikki kalsiy va to'rt kalsiy gidroalyuminatlarining ekvimolyar nisbatdagi aralashmasidan iborat deb taxmin qilinadi. Bu faza nisbatan past temperaturalarda va namlik kamroq bo'lgan muxitda bir qism gidrat suvni yo'qotadi ($10\ldots 8 \text{H}_2\text{O}$ gacha) 105°C temperaturada gidrat suvning miqdori $6\ldots 8\text{H}_2\text{O}$ gacha kamayadi. Suv eritmasidan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ning konsentratsiyasi ko'pi bilan CaO

hisobida 1,08 g/l bo'lsa, yuqorida ko'rsatilgan faza asta-sekin $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 13\text{H}_2\text{O}$ ga aylanib boshlaydi.

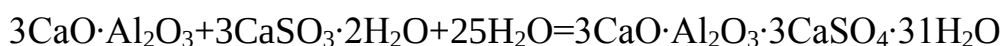
To'rt kalsili gidroalyuminat $19\text{H}_2\text{O}$ holida ham hosil bo'lishi mumkin. Biroq nisbiy namligi 80% atrofida bo'lgan muhitda gidrat suvining miqdori $13\text{H}_2\text{O}$ gacha kamayadi, bu esa gidratning kirishuviga sababchi bo'ladi.

25°C temperaturadan yuqorida geksagonal plastinkasimon faza C_3AH_{12} , 1050°C da barqaror kubsimon $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ga o'tish qobiliyatiga ega bo'ladi. 275°C va undan yuqori temperaturada bu birikma $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$ ga aylanadi.

Eritmada CaO ning konsentratsiyasi kamida 0,25...0,35 g/l va temperaturali 20°C ga yaqin bo'lganda $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ parchalanib $\text{Ca}(\text{OH})_2$ va $\text{Al}(\text{OH})_3$ — gibbsitlar hosil bo'ladi. C_3A avtoklavlarda issiq suv bilan ishlanganda 215°C gacha barqaror $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ga o'tadi.

C_3A ning mayin qilib tuyilgan kvarts qum bilan aralashmasiga (masalan og'irligi bo'yicha 1:1 nisbatda) avtoklavda ($175\ldots 200^\circ\text{C}$) ishlov berilsa umumiy formulasi $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot x\text{SiO}_2\cdot (6-2x)\text{H}_2\text{O}$ ko'rinishidagi gidrogranat va tobermorit [$\text{CSH}(\text{B})$] hosil bo'ladi. Odatda $x=0,3\ldots 0,5$. Toza C_3A shunday avtoklav ishlovidan so'ng mustahkamlikka deyarli ega bulmaydi, uning qum bilan aralashmasi esa katta mustahkamlikka ega.

C_3A suv va gipsning turli modifikatsiyalari ishtirokida odatdagi temperaturada gidratlanib gidrosulfoalyuminat deb ataluvchi kompleks birikma $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{CaSO}_4\cdot (30\ldots 32)\text{H}_2\text{O}$ hosil qiladi. Bu birikma gidrosulfoalyuminatning yuqori sulfatli shakli deb xam ataladi. U odatda $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ning to'yingan eritmasidan quyidagi reaksiya bo'yicha hosil bo'ladi:



Tabiatda uchraydigan bunday tarkibli mineral modda *ettringit* deb ataladi.

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ va kalsiy sulfatning past konsentratsiyalarida asosan gidrosulfoalyuminatning bir sulfatli formasi hosil bo'ladi. U ko'pincha $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 13\text{H}_2\text{O}$ bilan qattiq eritma hosil qiladi, uning formulasi quyidagicha:



Suvli eritmalarda kalsiy oksidning miqdori 0,027 g/l dan kam bo'lsa uch sulfatli formadagi gidrosulfoalyuminat barkaror bo'lmaydi.

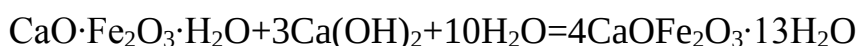
70...110⁰ C temperaturada uch sulfatli formadagi gidrosulfoalyuminat avvalgi suvning miqdori 8...10 H₂O bo'lguncha degidratlanadi, so'ngra esa bir sulfatli formasi va gips hosil bo'lguncha parchalanadi. Gidrosulfoalyuminatlarning ikkala formasi ham avtoklav ishlovida (175...200⁰C) C₃AH₆, yarim molekula suvli gips va anhidrid hosil qilib parchalanib ketadi. Uch sulfatli forma magniy sulfat va ishqoriy karbonatlar ta'sirida parchalanadi, ammo natriy va kalsiy xlor tuzlarining eritmasida barqaror turadi. Uch sulfatli formaning zichligi 1730 kg/m³ (25⁰C temperaturada), bir sulfatli formaning zichligi esa 1950 kg/m³ (20⁰C temperaturada). Birinchisi ko'pincha ninasimon ko'rinishdagi kristallar, ikkinchisi geksagonal plastinkalar holida hosil bo'ladi.

Tarkibi va strukturasiga ko'ra gidrosulfoalyuminatlarga o'xshash boshqa sulfo-, karbo-, xloralyuminat deb ataluvchi kompleks birikmalar ham bor, ular quyidagilar: 3CaO·Al₂O₃·CaSO₃·12H₂O; 3CaO·Al₂O₃·3CaSO₃·31H₂O-gidrosulfoalyuminat, 3CaOAl₂O₃·CaCO₃·12H₂O; 3CaO·Al₂O₃·3CaCO₃·31H₂O-gidrokarmoalyuminat, 3CaO·Al₂O₃·CaCl₂·10H₂O-gidroxloralyuminat kalsiy va boshqalar.

Alyumoferrit fazasi suv bilan quyidagi reaksiyaga kirishadi:



Ammo ko'p miqdordagi suv tarkibida Ca(OH)₂ ning bo'lishi bir kalsiy gidroferritning to'rt kalsiy ferritli gidratga quyidagi reaksiya bo'yicha aylantiradi.



Selit va ferritli sementlar tarkibida ikki kalsili ferrit bor. U gidratatsiyalanganda ikki kalsiy gidroferrit 2CaO·Fe₂O₃·H₂O ni beradi. Bu birikma Ca(OH)₂ eritmalarida 3CaO·Fe₂O₃·6H₂O ga ayrim ma'lumotlarga binoan esa 4CaOFe₂O₃·13H₂O ga o'tadi.

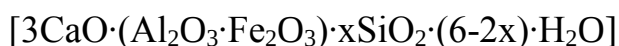
Shuni ham ta'kidlab o'tish kerakki, C_4AF suv bilan reaksiyaga kirishganda xossalari va tarkibi jihatdan gidratatsiyalanayotganda hosil bo'ladigan C_3A ga o'xshash olti molekula suvli kalsiy gidroalyuminat hosil bo'ladi.

Kalsiy gidroferrit asosining bu kabi, bir kalsiy ferritdan uch va to'rt ferritgacha ortishi, ya'ni CaO ning ko'payishi kalsiy gidroalyuminatlarga ham xosdir. Mineral asosi ortganda esa uning suv-nam sharoitlardagi barqarorligi ancha pasayishi mumkin. Shuning uchun muayyan sharoitlarda ishlatiladigan beton konstruksiyalarga mo'ljallangan sementlar tanlanganda minerallar tarkibining ana shunday o'zgarishini hisobga olish zarur.

Klinker minerallarining suv bilan o'zaro ta'sir etish jarayoni hamma vaqt bir xil tezlikda o'taveradi. C_3A suv bilan ancha tez ta'sir etishadi, C_4AF esa bir muncha sekinroq, C_3S undan xam sekin, C_2S juda sust ta'sir etishadi.

Uch va to'rt kalsili gidroalyuminat va gidroferritlarning bir xil tarkiblisi bir vaqtning o'zida hosil bo'la boshlasa, umumiy formulasi $3CaO \cdot (Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3) \cdot 6H_2O$ va $4CaO \cdot (Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3) \cdot 13H_2O$ bo'lgan qattiq eritmalar hosil bo'ladi.

Gidroferritlar gidroalyuminatlar singari gips va kalsiy xlor bilan kompleks birikmalar $[3CaO \cdot Fe_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot (30-32)H_2O]$ va $3CaO \cdot Fe_2O_3 \cdot CaSO_4 \cdot 12H_2O$ hosil qiladi. Tuyilgan qum bilan $175...200^{\circ}C$ temperaturada gidrogranatlarni



va shuningdek CSH(B) tipdagi gidrosilikatlarni hosil qiladi. C_2F xam avtoklavda issiq nam ishlovga uchratilsa, huddi shunday jarayon namoyon bo'ladi.

Sementning shisha fazasi suv bilan biriksa C_3AH_6 va CFH_6 ning qattiq eritmaları va avtoklav sharoitida gidrogranatlar hosil bo'ladi. Sementlar tarkibidagi erkin CaO va MgO suv bilan reaksiyaga sust kirishib gidratlanadi, ularni har birining miqdori 1% dan ortiq bo'lsa, hajmi notekis o'zgaradi. Bu esa qotib qolgan sementtosh ichida kuchli kuchlanishlar paydo bo'lishiga sababchi bo'ladi.

Sement tarkibidagi alyuminat, alyumoferrit va shisha fazasidagi $Na_2O + K_2O$ suv bilan reaksiyaga kirishganda unda erib $NaOH$ va KON hosil bo'ladi. $CaSO_4$

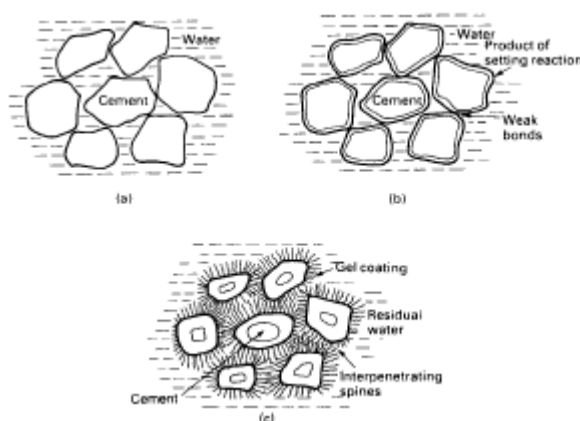
ishtirokida ishqorlar u bilan reaksiyaga kirishib Na_2SO_4 va K_2SO_4 ni beradi. Natriy va kaliy ishqorlari suvda $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ning konsentratsiyasini pasaytirib, belvosita vujudga keladigan kalsiy gidrosilikatlarning tarkibiga ta'sir ko'rsatadi. Odatda sement xamirining suvli eritmasida ishqorlarning umumiy miqdori 1% dan ortmaydi.

Ikki molekula suvli gips portlandsementga sementning tishlashish muddatlarini uzaytirish maqsadida klinkerni tuyayotganda qo'shiladi. Tuyish paytida tegirmonda materialning temperaturasi anchagacha ko'tariladi, natijada ikki molekula suvli gips, yarim molekula suvli gips va eruvchan angidridga aylanadi. Bular suv ishtirokida tezlik bilan ikki molekula suvli gipsga aylanadi. Sement tarkibidagi gips bilan birga suvda qorilganda u klinker tarkibidagi alyuminat va alyumoferritlar bilan murakkab reaksiyalarga kirishib, yuqorida aytib o'tilgan kompleks birikmalarni hosil qiladi.

Portlandsementning suv bilan reaksiyaga kirishining, sement tarkibiga kiruvchi ayrim minerallarning va fazalarning gidratatsiyasi va gidrolizidan boshlanadi. Birinchi navbatda suv bilan C_3A reaksiyaga kirishib, umumiy tarkibli gidroalyuminatlar aralashmasini ($\text{C}_3\text{AH}_{10-12}$) va so'ngra, C_4AF ning gidratini hosil qiladi. C_3S bir muncha sust gidratlanadi va gidrolizlanadi. U suvni $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ga to'yintirib boradi. Belit esa suv bilan o'ta sust reaksiyaga kirishadi. Ayni bir vaqtda murakkab ikkilamchi reaksiyalar ham ketadi. Ulardan ayrimlari uch sulfatli formadagi gidrosulfoalyuminat va gidrosulfoferritlarni hosil qiladi. Bu birikmalarning qattiq eritma holda hosil bo'lishi suyuq muhitda $\text{Ca}(\text{OH})_2$ va CaSO_4 ning konsentratsiyasi yuqoriligini ko'rsatadi. Umumiy tarkibli gidrosulfoalyuminatlar $\text{C}_3(\text{AF}) \cdot 3\text{CaSO}_4(30-32) \cdot \text{H}_2\text{O}$ yomon eruvchanligi tufayli o'ta mayda dispers zarrachali qattiq faza hosil qiladi. Bu zarrachalarni ba'zan mikroskop orqali ham ko'rib bo'lmaydi. Keyinchalik sistemada kalsiy sulfatning miqdori kamayib borishi tufayli, uch sulfatli faza asta-sekin bir sulfatli fazaga ayni shu vaqtning o'zida tarkibi $\text{C}_3(\text{AF}) \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ va $\text{C}_4(\text{AF}) \cdot 13\text{H}_2\text{O}$ dan tashkil topgan murakkab qattiq eritmali birikmalarni hosil qiladi. Havodagi CO_2 ning ishtirokida qisman $\text{C}_3\text{A} \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ham hosil bo'lishi mumkin.

Portlandsement dastlab suv bilan birikkanda sersuv gidratli birikmalar $2\text{CaOSiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; $3\text{CaOAl}_2\text{O}_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$; $3\text{CaOAl}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31\text{H}_2\text{O}$ va boshqalar hosil bo'ladi. Vaqt o'tishi bilan asta-sekin qotish jarayonida ko'rsatilgan birikmalar parchalanib portlandsement kam suvli gidratlarga, jumladan $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$; C_3AH_6 ; $\text{C}_3\text{A} \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ga o'tadi. Shunday qilib, qattiq moddalar suvning ajralib chiqishi va qaytadan uning yangi birikmalar o'rtasida taqsimlanishi issiqlikning yutilishi va fazalar absolyut hajmlarining o'zgarishi sodir bo'ladi.

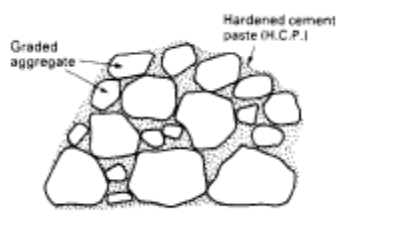
Portlend tsementning strukturasi. sementning tuzilishi va uning ishlab chiqarish usuli, albatta, ajoyib. Yanchilgan kukunli tsement 15 daqiqa davomida suv (37-rasm) bilan aralashtiriladi.



37-Rasm. Portlend tsementning tishlanilishi va qotishi.

Oldin tsement suv bilan aralashtiriladi (a) 15 daqiqadan so'ng (a) tsementning qotish reaksiyasi aloqalarni ornatadi (b). Haqiqiy mustahkamligi bir necha kun davomida qotish reaksiya (c), boshlangandan song ornatiladi.

Beton qotib qo'lsa, tsement hamiri siqiladi. Shag'al albatta qattiq, lekin u kam siqiladi va mayda darzlarni hosil kiladi. Havo kiritilishi ham ta'sir kuchiga ega deb topildi



38-Rasm. Beton bu dispersli kompozit u tsement matritsasi asosida (hajmi 60%) o'linadi.

Sementlarning yuqori temperaturalarda qotishi ham kam suvli gidratlarni hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Bu esa sementtosh mikrostrukturasining g'ovakliligini oshiradi. Portlandsement suv bilan odatdagi va yuqori temperaturalarda (100°C gacha) reaksiyaga kirishganda yangi mahsulotlar (ayniqsa kalsiy gidrosilikatlar) juda ham mayda dispers kristall zarrachalar ko'rinishida hosil bo'ladi. Ular gelsimon fazalarga kiradi. Ularni rentgen struktura analizi yordamida va elektron mikroskopi orqali aniqlash mumkin. Optik mikroskop ularni ajratib ololmaydi. Kalsiy gidrat oksid va kalsiy gidrosulfoalyuminat kristallari ancha yirik o'lchamlargacha (ko'pi bilan 0,5 mkm) o'sa oladi. Ularni oddiy mikroskop bilan aniqlash mumkin. Avtoklavda, ayniqsa uzoq vaqt davomida va yuqori temperaturada ishlash natijasida yangi hosil bo'lgan mahsulotlar zarrachalarining o'lchami keskin ortadi. Bunday zarrachalarni optik mikroskopda aniqlash mumkin.

Aniqlanishicha, sementlar gidratatsiyasining submikrokristall mahsulotlari biri-biri bilan qattiq eritmalar va aralash kristallar hosil qilishga moyil, bu hol tarkibi murakkab va o'zgaruvchan bo'lgan ko'p fazalar hosil qiladi. Shu narsa ma'lumki C_2S va C_3S ning erta gidratatsiyalanishida tarkibi jixatidan yaqin bo'lgan kalsiy gidrosilikatlar hosil bo'ladi, C_3S ning gidratatsiyasi mobaynida erkin xolda ajralib chiqadigan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kristallari qotayotgan massaning mikroto'ldirgichi vazifasini bajaradi, ya'ni C_2S va C_3S bir xil darajada gidratatsiyalanadiganda ulardan hosil bo'lgan monomineral toshlarning mustahkamligi bir-biriga yaqin bo'lishi kerak. Xlorid, sulfat nitrid, karbonat, fluorid va boshqa tuzlar sinfining sement gidratatsiyasi va qotishiga ta'siri haqidagi ma'lumotlar muttasil kengayib bormoqda. Va, R, S, Sg, Mn, Ti ning ma'lum miqdorida modifikatsiyalangan klinkerlardan olingan sementlar, odatda, yuqori darajada gidratatsiya aktivligiga ega bo'ladi.

2- §. Kalsiy gidrosilikatlari

Avtoklav materiallar texnologiyasida kalsiy gidrosilikatlar hozircha birinchi darajali ahamiyat kasb etmoqda. Aslida esa avtoklav qurilish materiallari ishlab chiqarish kalsiy gidrosilikatlarning texnik sinteziga asoslanadi.

Hozirga qadar kalsiy gidrosilikatlarning 28 turi, jumladan, 11 ta tabiiy minerali ma'lum. Bundan tashqari, hali tarkibi aniqlanmagan bir qancha fazalar ham bor.

Gidrosilikatlar suvda deyarli erimaydi (21-jadval).

21-jadval

25°C temperaturali suvda kalsiy gidrosilikatlarning erishi

Gidrosilikatlar	1l suvga gidrosilikatlarning gramolda erishi	1 l suvda CaO ning millimolda erishi
Gillebrandit	$9,69 \cdot 10^{-4}$	23,84
Foshagit	$11,8 \cdot 10^{-4}$	9,46
Ksonotlit	$2,08 \cdot 10^{-4}$	1,25
Tobermorit	$1,8 \cdot 10^{-4}$	1,8
Girolit	$4,7 \cdot 10^{-4}$	1,9
Okenit	$5,6 \cdot 10^{-4}$	1,75

Kalsiy silikatlar 100°C dan past temperaturada gidratatsiyalanganda yaxshi kristallanmagan yangi hosilalar vujudga keladi; bunga qotgan sement hamiri misol bo'la oladi. Muayyan kalsiy gidrosilikat kristallarini hosil qilish uchun kerakli aralashma tarkibi hamda o'ziga xos gidrotermal sharoitlar bo'lishi kerak. Shuni ta'qidlash lozimki, bunda tajriba ba'zan 1000 soat davom etadi, temperatura esa 500...1000°C ga etadi. Shunga qaramay, kalsiy gidrosilikatlar kristallarining qattaligi odatda 10—30 mkm bo'ladi, bu hol ularning tarkibi, strukturasi va xossalarini o'rganishni murakkablashtirib yuboradi. N.V.Belov bir qancha kalsiy

gidrosilikatlarning xossalarini (ksonotlit, gillebrandit, tobermorit va boshqalar) izohlab berdi.

Kalsiy gidroalyuminatlari odatdagi temperaturalarda hosil bo‘ladi, yuqori temperaturalarda esa ularning barqarorligi past, shuning uchun kalsiy alyuminatlar ko‘p bo‘lganda avtoklav ishlovi berishga alohida zarurat qolmaydi.

Klinker materiallarining qotish sharoitlari sementtoshning mustahkamligiga ta’sir etadi. Yuqori bosimli bug‘ ta’sirida ko‘pincha gidrosilikatlar mustahkamligining ortishi va kalsiy gidroalyuminatlari mustahkamligining pasayishi ko‘zatiladi. Tabiiy gidrotermal mahsulot davomli geologik vaqt mobaynida mukammal kristallanishga erishadi, bu holasosan barqaror minerallar hosil bo‘lishini ta’minlaydi. Texnologik sintez mahsulotlari esa nixoyatda qisqa vaqt mobaynida vujudga keladi. Texnik-iqtisodiy faktorlar doim ishlab chiqarish jarayonini tezlashtiradi, bu ko‘pincha o‘z xossalarini vaqt va xizmat sharoitlariga bog‘liq ravishda o‘zgartiruvchi metastabil mahsulotlar hosil bo‘lishiga olib keladi.

Shuni ta’qidlash kerakki, tabiiy minerallar (kalsiy gidrosilikatlar) yirik konlar tarzida uchramaydi, ularning ayrimlari esa shu qadar kam uchraydiki, ular hatto ilmiy tadqiqotlar uchun ham etarli bo‘lmaydi.

N.V.Belov gidrosilikatlarda tetraedrlarning bir qismini $(\text{SiO}_2)^{4-}$ teng qiymatli va teng hajmli gruppalariga $(\text{OH})^{4-}$ qaytarma almashtirish mumkinligini ko‘rsatib berdi. Uning fikricha, gidrosilikatlar strukturasi asosida bir ustun kalsiy oktaedrlar va ikki ustun kalsiy prizmalaridan tashkil topgan vollastonitli blok yotadi. Ana shu blok bo‘ylab kremniy kislorodli tetraedrlarning bir-biri bilan bog‘liq bo‘lmagan ikki zanjiri joylashadi. Suvsizlanganda ko‘pchilik gidrosilikatlarning α yoki $\beta = \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ shakli hosil bo‘ladi. Oz sonli minerallargina degidratsiya vaqtida β yoki $\gamma = 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ hosil qiladi. Faqat afvillit— $\text{Ca}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}[\text{SiO}_3(\text{OH})]_2$ bu hodisadan mustasno. Uning strukturasi tetraedrlar zanjiridan tuzilgan bo‘lmay, balki SiO_3^{2+} orolsimon radikalidan iborat.

Kalsiy gidrosilikatlarini kalsiy silikatlarining gidratlari deyish mumkin. Ayrim gidrosilikatlarda, suv turlicha bog'langan bo'ladi: OH, H₂O-gidratli, kristalik, seolitli. SHuning uchun ularning degidratatsiyasi ham turlichadir.

Ko'pgina manbalarga asoslangan holda Teylor kalsiy gidrosilikatlarning quyidagi asosiy gruppalarini belgiladi

1. Strukturasiga ko'ra vollastonitga yaqin birikmalar: nekoit, okenit, ksonotlit, fashogit, gillebrandit.
2. Tobermoritli
3. Gidrolitli: gidrolit, truskottit, Z-faza (Assarson).
4. γ -C₂S strukturasiga ko'ra yaqin birikmalar: kalsiy xondrodit (gidrat γ -C₂S).
5. Boshqa kalsiy gidrosilikatlar: afvillit, gidrat C₂S, Y-faza.

Vollastonit gruppasi. Bu gruppaga nekoit, okenit, ksonotlit, foshagit va gillebrandit kiradi. Ana shu birikmalarning hammasi uchun 7,3 Å⁰ yaqin tekisliklararo masofa xos. Shuningdek, vollastonit uchun bir yo'nalishda takrorlanaveradigan 7,3 Å⁰ ga yaqin tekisliklararo masofa xarakterli, bu esa mazkur gruppaga gidrosilikatlarni gidratlangan vollastonit deyishga imkon beradi. Vollastonit strukturasida metasilikat zanjirlar shunday bog'langanki, unda har uchinchi tetraedr takrorlanadi. Shunga ko'ra ularni uch kirrali deyish mumkin. Si=O elementlar vollastonit strukturasida o'q bo'ylab har 7,3 Å⁰ da, Ca=O elementlari esa har 3,65 Å⁰ da takrorlanadi.

Nekoit C₃S₆H₆ va okenit CS₂H₂ 800°C temperaturada bir qancha o'zgarishlardan so'ng ular vollastonitga aylanadi.

Ksonotlit gidrotermal sharoitlarda 150...400°C temperatura oraligida reaksiyaga moyil turli materiallardan CaO·SiO₂-1:1 sharoitda oson sintez qilib olinadi. Bu birikma 374°C kritik nuqtaga qadar suv bug'ida to'yingan muxitda, shuningdek, qizitilgan bug'da hosil qilingan. N.N. Belov fikricha, ksonotlit tarkibi Ca₆(Si₆O₁₇)·(OH)₂ formulasiga mos keladi.

N.V.Belov bo'yicha Ca kationlarining $\frac{1}{3}$ qismi kislorod oktaedrlarida bo'ladi, $\frac{2}{3}$ qismi trigonal prizmalarda bog'langan, shunisi qiziqki, prizmalar o'z qirralari bilan Ca dan iborat oktaedrlarga tutashadi va bu blok ikki ksonotlit lentasi oralig'ida joylashadi. Ba'zan lentalar truba shaklida o'raladi, bunda mustahkamlik ortadi. Ksonotlit qariyb 700°C temperaturada parchalanib, vollastonit hosil qiladi. U tabiatda silikat g'isht tarkabida uchraydi.

Foshagit - $\text{Ca}_4(\text{Si}_3\text{O}_9) \cdot (\text{OH})_2$. Bu modda Teylor bo'yicha ilk bor Flint tomonidan tegishli tarkibli shishada $300 \dots 350^{\circ}\text{C}$ temperaturada to'yingan bug' muxitida sintez qilingan. Keyinchalik uni ko'pgina tadqiqotchilar turli sharoitlarda xilma-xil asos materiallardan sintez qilib olganlar. Foshagit uchun ninasimon va tolali kristallar xosdir. U 700°C temperaturada parchalanib, vollastonit hosil qiladi.

Gillebrandit C_2SH (bundan keyin gidrosilikat belgisi shu sistemaga doir adabiyotlarning ko'pligi tufayli Bogg bo'yicha ifodalanadi). Turli tadqiqotchilar ishlatadigai kalsiy gidrosilikatlar belgilari juda xilma-xil bo'lib, ayniqsa yuqori bosimli bug' ta'sirida olingan mahsulotlarda bu belgilar ko'pincha bir-biriga to'g'ri kelmaydi. Bogg boshqa avtorlar qabul qilgan nomlardan farqqiladigan kuyidagi 22-jadvalda keltirilgan sistematik nomenklaturani tavsiya etdi.

22-jadval

Tarkibi	Taklif etilgan nomlar			
	Torvaldson	Besse	Teylor, Teylor va Besse	Bogg
$\text{C}_2\text{SH}_{0,9-1,25}$	C_2S -gidrat I	$\text{C}_2\text{S}\alpha$ -gidrat	$\text{C}_2\text{S}\alpha$ -gidrat	$\text{C}_2\text{SH}(\text{A})$
$\text{C}_2\text{SH}_{1,1-1,5}$	C_2S -gidrat II	$\text{C}_2\text{S}\beta$ -gidrat	$\text{C}_2\text{S}\beta$ -gidrat	$\text{C}_2\text{SH}(\text{V})$
$\text{C}_2\text{SH}_{0,3-1}$	C_2S -gidrat III	$\text{C}_2\text{S}\gamma$ -gidrat	$\text{C}_2\text{S}\gamma$ -gidrat	$\text{C}_2\text{SH}(\text{S})$
$\text{C}_2\text{SH}_{0,67}$	-	-	$\text{C}_2\text{S}\sigma$ -gidrat	$\text{C}_2\text{SH}(\text{D})$
$\text{C}_2\text{SH}_{2-4}$	-	-	$\text{C}_2\text{SH}(\text{II})$	C_2SH_2
$\text{CSH}_{1,1}$	-	-	flint CSH	$\text{CSH}(\text{A})$
$\text{C}_{1-1,5}\text{SH}_{1-2,5}$	-	-	$\text{CSH}(\text{I})$	$\text{CSH}(\text{V})$

Gillebrandit - tabiiy mineral bo'lib uning xossalari yaxshi o'rganilgan. U tegishli tarkibdagi ohak va qumtuproq aralashmasidan 150...250⁰ C temperaturada to'yingan suv bug'ida ishlov berib sintez qilinadi. Gillebrandit 520...540⁰ C temperaturada degidratatsiyalanadi. Uning Belov va Mamedov belgilagan struktura formulasi $\text{Ca}_{12}(\text{Si}_6\text{O}_{17}) \cdot (\text{OH})_4 \cdot 12\text{Ca}(\text{OH})_2$. Gillebrandit CO_2 ta'sirida parchalanib CaCO_3 va amorf SiO_2 hosil bo'ladi. Bu xodisa suniy hosil bo'lgan C_2SH ning barchasida kuzatiladi, uning kuyidagi formalari mavjud:

$\text{C}_2\text{SH}(\text{A})$ —tabiatda ma'lum emas, mexanik mustahkamligi past, chunki u bitishib ketishi qiyin bo'lgan plastinkalar hosil qiladi;

$\text{C}_2\text{SH}(\text{B})$ —sun'iy gillebrandit;

$\text{C}_2\text{SH}(\text{S})$ —tabiatda ma'lum emas, gidratatsiya xodisasida vujudga keladi;

β va $\gamma = \text{C}_2\text{S}$, $R_{\text{siq}} = 1,4 \dots 2,0 \text{ MPa}$, $R_{\text{egil}} = 2,4 \dots 2,8 \text{ MPa}$,

$R_{\text{egil}} > R_{\text{siq}}$, bu hol uning strukturasi tolali ekanini ko'rsatadi.

Sof mahsulotlarni tadqiq qilishda olingan natijalar oddiy xom ashyodan olingan natijalarga doim mos kelavermaydi. Masalan, tarkibida 80% C_2S bo'lgan nefelin shلامي avtoklav ishlovi natijasida $\text{C}_2\text{SH}(\text{C})$ hosil qiladi va bug' bosimi 0,8...1,2 MPa bo'lganda $R_{\text{siq}} = 15,0 \dots 40,0 \text{ MPa}$, yanada yuqoriroq bosimda esa yana ham kattaroq bo'ladi. Sochilma domna toshqoli $\gamma = \text{C}_2\text{S}$ dan iborat bo'lib, biroq $R_{\text{ciq}} = 10,0 \dots 30,0 \text{ MPa}$. SHunday qilib, texnikaviy sistemalarda $\text{C}_2\text{SH}(\text{C})$ hosil bo'lishi tabiiy gillebranditga nisbatan boshqacha, ko'pincha yaxshiroq natijalar berishi mumkin.

Tobermoritlar gruppasi. Bu gruppaga odatda ishlab chiqarish sharoitida portlandsement gidratatsiyasida hosil bo'ladigan barcha kalsiy gidrosilikatlar kiradi. Shuningdek, mazkur gruppaga taxminan $\text{C}_5\text{S}_6\text{H}_n$ tarkibli kristall va amorf gidrosilikatlarning bir qancha fazalarini o'z ichiga oladi. Tabiatda C_5SH_3 —riversaydit, $\text{C}_5\text{S}_6 \text{H}_{5,5}$ —tobermorit uchraydi.

Tobermoritlarning barchasi OH gruppasi va har xil miqdorda H_2O ga ega. Ular strukturasi ko'ra montomorillonit gillari va vermikulitni eslatadi. Suv turli

oraliqdagi qatlamlar o'rtasida bo'ladi. Bitta SiO_2 molekulasi $2\text{N}_2\text{O}-\text{N}_2\text{O}-0,5\text{N}_2\text{O}$ to'g'ri keladi. Bu juda murakkab grupp bo'lib uning tarkibi xam aniq emas. Masalan, CSH(B) uchun G. Kalouzek to'rtta individual faza bo'lishini ko'rsatadi. Ular 800°C va 900°C temperaturadagi ekzoeffekti bilan farqlanib turadi, boshqa barcha xossalari esa bir xil. Bu moddaning tabiiysida qatlamlar o'rtasidagi masofalar o'zaro farqlanadi: plombieritda qatlamlarora masofa $14 \text{ \AA}$, tobermoritda $11,3 \text{ \AA}$, riversayditda $9,35 \text{ \AA}$. Suvsizlantirilganda tobermorit $9,35 \text{ \AA}$. Suvsizlantirilganda tobermoritlar 550°C temperaturaga qadar o'z to'rini saqlab qoladi, temperatura ko'tarila borgan sari yangi turlar hosil bo'laveradi.

Teylor tarkibi $\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ dan $2\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ gacha tarkibli gidratni 1 kalsiy gidrosilikat yoki qisqacha CSH(1) deb atadi. Keyinchalik Bogg uni CSH(B) deb belgiladi, hozirda shu narsa aiiqlandiki, bu birikma tarkibining chegaralari $\text{CaO}:\text{SiO}_2$ ning eng quyisi 0,8 ga teng nisbatga qadar etishi mumkin. Ohagi kam bo'lgan qattiq fazalar shu birikmaning quyuqlashgan qumtuproq bilan aralashmasidan iborat.

Yuqori asosli gidrat $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ning borligi ko'pgina tadqiqotchilar tomonidan isbotlangan bo'lib, kalsiy gidrosilikat II yoki qisqacha $\text{C}_2\text{SH(II)}$ nomini olgan. Keyinchalik Bogg uni C_2SH_2 deb atadi. Teylor bu birikmani ohak va silikageldan yoki cho'ktirish yo'li bilan emas, balki C_3S ni (170°C temperaturada) gidratatsiyalash yo'li bilan olishga muvaffaq bo'ldi. Biroq Toropov va boshqa tadqiqotchilarning ma'lumotlariga ko'ra, bu birikmani 180°C temperaturada gidratlangan amorf qumtuproqqa kalsiy glitserat bilan ishlov berish va eritmaga ortiqcha suv qo'shish yo'li bilan tayyorlash mumkin. Amaliy jihatdan sof cho'ktirilgan C_2SH_2 Teylorning $\text{CS}_2\text{SH(II)}$ rentgenogrammasiga mos keladigan aniq rentgenogramkali amorf kukun tarzida olindi.

0,05 g/l dan tuyingungacha bo'lgan miqdordagi ohak konsentratsiyasida tarkibi $\text{CaO}_{0,8-1,5} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}_{2,5-1}$ oralig'ida o'zgarib turadigan kalsiy gidrosilikat I hosil bo'ladi. To'yingan ohakli eritma sharoitida esa $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}_{4-2}$ tarkibli kalsiy gidrosilikat II mavjud bo'lishi mumkin. Ana shu ikkala gidrat, garchi

rentgenogrammalari bir-biridan bir muncha farq qilsa ham o'z kristall strukturasi bo'yicha bir-biriga juda o'xshash. Mazkur gruppalarning har biri o'z doirasida Ca/Si ning nisbati, suv miqdori, ba'zan tekisliklararo masofalar, kristallanish darajasi anchagina farqlanishi mumkin. C—S—H(1) elektron mikroskop ostida deformatsiyalangan folga sifatida ko'rinadi, odatda u 100°C dan past temperaturada oson hosil bo'ladi. Ca/Si nisbat 400...600°C temperaturada 0,8...1,33, ba'zan esa 1,5 molekula suv yo'qotadi.

C—S—H(II) elektron mikroskop ostida noto'g'ri plastinka yoki folga tarzida (trubkasimon buralgan, burmali yoki tolasimon strukturali) ko'rinadi. 100°C va undan past temperaturada yoki 100...200°C temperaturada avtoklav ishlovi berishda sintez qilinadi.

Tobermorit o'z tarkibidagi suvni asta-sekin yo'qotib boradi: unda 120°C temperaturada kariyb 1 mol, 300°C da 0,5 mol suv bo'ladi, 600... 700°C da esa suv butunlay yo'qotiladi.

Tobermoritlar avtoklav ishlovi natijasida sun'iy tosh hosil qilishi muhim ahamiyat kasb etadi. Bu kalsiy gidrosilikatlarning eng murakkab va eng kam o'rganilgan gruppasidir.

Girolit gruppasi girolit $C_2S_3H_{2,5}$, truskottit C_2S_2H va Z—Acsarson fazasini o'zi ichiga oladi. Yuqori darajada birikkan juda ko'p SiO_2 listlari bor deb taxmin qilish imkonini beradi. Girolitda eng katta bazal tekisliklararo masofa 32 Å, truskottitda esa 19 Å.

Girolit $C_2S_3H_{2,5}$ tabiatda erkin holda uchraydi, barqaror, ohak va amorf kumtuproq suspenziyasida, hamir tarzida ohak va kvarsdan, sun'iy ravishda hosil qilingan. Temperatura 450°C ga etguncha parchalanmaydi. 450°C temperaturada 9% suv yuqotadi, 550...800°C temperaturada esa 3% suv yo'qotadi, 700...750°C temperaturada girolit $C_2S_3H_{2,5}$ —vollastonitga aylanadi.

120...240°C temperaturada $Ca(OH)_2$ ga amorf SiO_2 bilan ishlov berilganda sun'iy girolit hosil bo'ladi, bunda dastlab tobermorit hosil bo'lib, u girolitga aylanadi.

To'yingan bug' muhitda 200...220⁰C temperaturada girolit ksonotlit hamda qumtuproqqa nisbatan barqaror emas.

Truskottit 200...300⁰C temperaturada shisha hamda ohak va qumtuproq aralashmasidan sun'iy hosil qilinadi. Truskottitning tarkibi aniq belgilanmagan. 700⁰C temperaturaga qadar qizdirilganda o'z tarkibidagi suvni yo'qotadi, tabiatda kamdan-kam uchraydi.

Z faza. Funk va Tilo 1955 yili ikkita yangi birikmani tavsiflashdi, ularning fikricha shu birikmalarning tarkibi C₂S₂H₃ va CS₂H₂; C₂S₂H₃ eritmadan olingan amorf moddaga mos keladi; ikkinchisi —CS₂H₂ 150⁰C temperaturada avtoklav ishloviga muvofiq; ba'zan Z faza Assarson fazasi deb yuritiladi, Ascapcon Z fazani ohak-qumtuproq aralashmasiga 180...240⁰C temperaturada avtoklav ishlovi vositasida olgan.

γ-C₂S strukturasini bo'yicha bir-biriga yaqin bo'lgan gidrosilikatlar kalsiy xondrodit hamda γ-gidrat C₂S ni ichiga oladi. Kalsiy xondrodit C_sS₂H tabiatda ma'lum emas. Uni ilk bor Roy sintez qilgan. Uning elementlar katagi Mg²⁺ va Fe²⁺ ga ega bo'lgan xondrodit tabiiy mineralnikiga o'xshash. U 400...800⁰C temperaturada 30 MPa bosim ostida suv bug'i muhitida sintez qilinadi. Keng temperatura intervalida barqaror, tashqi ko'rinishi jihatdan olivin kristallariga o'xshash. Havoda 650...750⁰C temperaturada parchalanib γ-C₂S hosil qiladi. γ-gidrat C₂S yomon kristallanadi, CaO/SiO₂ ning o'zgaruvchan nisbatiga va suvga ega deb taxmin qilinadi. 160...300⁰C temperaturada to'yingan bug'da hosil bo'ladi. Gidratlangan γ-C₂S 120⁰C temperaturada uzoq ishlov berish ta'sirida tobermoritga aylanadi.

Boshqa kalsiy gidrosilikatlar. Afvillit C₃S₂H₃ ilk bor 1956 yil tavsiflangan, uning turlari, parametri ma'lum. Struktura formulasi Ca₃2H₂O[SiO₃(OH)]₂. U SiO₂ hamda CaO aralashmasidan sintez qilib olinadi, past temperaturalarda hosil bo'ladi, 240⁰C temperaturaga qadar qizdirilganda o'z tarkibidagi suvni yo'qotadi. Atomlarning qayta gruppalanishiga muvofiq keladigan ekzoeffektga (820⁰C) ega.

Temperatura 320°C ga etganda rentgenogrammlar yangi fazani ko'rsatadi, u x faza tarzida belgilanib, uni har bir avtor turlicha izohlaydi.

C_2S gidrat, tabiatda ma'lum emas. Lekin $140\ldots 180^{\circ}\text{C}$ temperaturada avtoklav ishlovida u osongina hosil bo'ladi.

V-faza ($\text{C}_6\text{S}_3\text{H}$) tabiatda topilmagan. Sintez qilish yo'li bilan olingan. U C_2S ning barcha xillaridan, shuningdek $350\ldots 800^{\circ}\text{C}$ temperaturada va $30\ldots 200\text{ MPa}$ bosimda ohak bilan qumtuproq aralashmasidan osongina olinadi, $640\ldots 700^{\circ}\text{C}$ temperaturada yo'nalishsiz C_2S ga aylanadi.

Uch kalsiyli gidrosilikat — $\text{C}_6\text{S}_6\text{H}_3$ tabiiy sharoitda topilmagan. U $200\ldots 350^{\circ}\text{C}$ temperaturada to'yingan bug' muhitida sun'iy ravishda olingan. Takrorlanuvchi masofa $7,48\text{ A}$, ya'ni vollastonitnikiga yaqin, $420\ldots 520^{\circ}\text{C}$ temperaturada degidratatsiyalanadi. C_2S yoki $\text{C/S}=3$ aralashmalaridan hosil bo'ladi. Biroq 180°C dan past temperaturada gidrat C_2S va $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hosil bo'ladi. Uni sof holda olish juda qiyin, odatda C_2S va kalsiyli xondrodit aralashmalari holida olinadi.

3-§. Kalsiy gidrosilikatlarning hosil bo'lish sharoitlari va barqarorligi

$\text{CaO—SiO}_2\text{—H}_2\text{O}$ sistemasi juda murakkab, u avtoklavda temperatura va bosimning o'zgarishi vaqtida vujudga keladigan va yo'qoluvchi ko'plab metastabil barqaror bo'lmagan fazalarga ega. Masalan, yaqin vaqtlargacha ikki kalsiy gidrosilikat portlandsement gidratatsiyasining asosiy mahsuloti deb hisoblanar edi. Endilikda esa bunday sharoitlarda $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$ hosil bo'lishi isbotlandi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, $\text{CaO—SiO}_2\text{—H}_2\text{O}$ sistemasida avtoklav mahsulotlari ishlab chiqarishning real sharoitlarida muvozanat holatga amaliy jihatdan erishib bo'lmaydi. Avtoklav materiallarning sementlovchi moddasi stabil va metastabil kalsiy gidrosilikatlar tarzida bo'ladi.

Turli asoslardagi ohak-kumtuproq aralashmalari ustidan keng temperatura intervalida o'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatadiki, gidrotermal ishlov jarayonidagi faza o'zgarishlari tosh mustahkamligining vaqt-vaqti bilan keskin o'zgarishiga olib keladi.

Kalsiy gidrosilikatlar sintezi ohakning to'liq bog'lanishi bilan, shuningdek, keyinchalik uning ilgari hosil bo'lgan metastabil fazalar kristall turlarining qayta tuzilishi sababli qisman ajralishi bilan birga kechadi. Biroq, erkin ohak bilan mahsulot mustahkamligi o'rtasida hech qanday bog'liqlik ko'zatilmagan.

Temperatura ko'tarilgan sari mustahkamlik holati yana ham asosli gidrosilikatlarga o'taveradi, ayni vaqtda gidrosilikatlarining asosliligi boshlang'ich mahsulotlarning tarkibiga bog'liq bo'ladi.: Ularning asosliligi qanchalik yuqori bo'lsa, avtoklavda yana ham yuqori asosli gidrosilikatlar hosil bo'ladi.

P.I.Bojenov bir qancha ishlarni analiz qilib avtoklav materiallar texnologiyasi uchun amaliy ahamiyatga ega bo'lgan ayrim xulosalarni chiqardi

1. Ohak va kvarsning $C/S = 2$ va undan yuqori aralashmalari uchun $175...200^{\circ}C$ temperaturada, albatta aralashma tarkibida $C_2SH(V)$ bilan birga $C_2SH(A)$ ham hosil bo'ladi. Barcha temperaturalarda kalsiyning bu ikki gidrosilikatlar aralashmasi qayd etiladi. Agar aralashma ohak hamda amorf SiO_2 dan tayyorlangan bo'lsa faqat $C_2SH(B)$ hosil bo'ladi. Agarda C_2S ga avtoklav ishlovi berilsa, $200...225^{\circ}C$ temperaturada hosil bo'lgan ikki kalsiy gidrosilikatning tarkibini belgilash mumkii. Temperaturaning asta-sekin o'zgarishi $175...200^{\circ}C$ temperaturada ham (avtoklavdagi bosim $0,9...1,2$ MPa) $C/S=2$ va undan ortiq nisbatdagi aralashma tayyorlash uchun foydalanilgan dastlabki mahsulotlar strukturasiga bog'liq ravishda xilma-xil gidrosilikatlarning hosil bo'lishiga olib keladi.

2.Z faza $130...150^{\circ}C$ temperaturada $C/S < 1$ tarkibli aralashmada barqaror hisoblanadi. Temperaturalar farqi juda kichik, bu esa hosil bo'lish sharoitlarining cheklanganligiga dalildir.

3. Tobermorit $120...140^{\circ}C$ temperaturada C/S ning nisbati $1:1$ dan $5:4$ gacha bo'lgan aralashmalardan hosil bo'lishi mumkin.

4. Ikki kalsiy gidrosilikatlar barqaror bo'lmagan $100^{\circ}C$ dan past temperaturada C_2SH_2 ancha barqaror birikmalarga aylanadi, ya'ni $CSH(B)$ va $Ca(OH)_2$.

5. C_3S va C_2S moddalar gidratatsiyalanganda C_2SH_2 hosil bo'ladi, u aralashma tarkibida faqat $Ca(OH)_2$ ning miqdori ko'p bo'lganda va past temperaturalarda

barqarordir. Tarkibida C_2S bo'lgan, aktivligi past bog'lovchi moddalarning normal qotishida $Ca(OH)_2$ qo'shilishi shu bilan izohlanadi.

6. C_3S keng temperatura oralig'ida: $20^{\circ}C$ dan $280...300^{\circ}C$ gacha darhol ikki kalsiy gidrosilikatlarga aylanib, $Ca(OH)_2$ ajralib chiqadi. Bunda boshlang'ich mahsulot C_3S birikmasidan tarkib topgan bo'lishi shart emas, aralashma tarkibida $CaO:SiO_2=3:1$ bo'lsa kifoya. Temperatura $210...280^{\circ}C$ bo'lganda C_3SH barqaror turadi, temperatura pasaygani sayin u parchalanib $Ca(OH)_2$ ajralib chiqadi.

7. Bir kalsiy gidrosilikatlar eng barqarordir. Ular C/S tarkibida 2/3 dan 3/1 miqdorda juda keng $20...350^{\circ}C$ temperatura intervalida bo'ladi.

8. Past asosli aralashmalarda individual fazalar ustun keladi: girolit, tobermorit, ksonotlit va ayniqsa CSH(B). Dastlabki aralashmada CaO miqdori ortib borishi bilan turli gidrosilikatlar aralashmasining hosil bo'lishi kuzatiladi va barqarorlikni ta'minlovchi temperaturalar intervali kamayadi.

Barqaror birikmalarning hosil bo'lishi erkin energiya ajralishi bilan bog'liq. Kimyoviy energiya zahirasi qanchalik kam bo'lsa kimyoviy birikma shunchalik barqaror bo'ladi. Aytilganlardan ko'rinib turibdiki, kalsiy gidrosilikatlarning barqarorligiga aralashma tarkibi va temperatura sharoitlari ta'sir ko'rsatadi.

So'nggi yillarda Sankt-Peterburg qurilish materiallari institutining qurilish materiallari kafedrasida P.I.Bojenov rahbarligida o'tkazilgan tajribalar natijasida magniy-gidrosilikatlar asosida ham sun'iy tosh olish mumkinligi isbotlandi.

4- § Portlandsementning qotishi

Qotish jarayonlarini ta'minlovchi bosqichlar

Portlandsementning qotish jarayoni to'g'risida F.Fyodorov va M.M.Sichyov tomonidan olib borilgan ishlarda rivojlantirildi. Qotish jarayonlarini ta'minlovchi sabablarning tahlili bog'lovchi sistemalarni quyidagi uchta guruhga bo'lishga imkon berdi:

1. Kimyoviy jarayonlar asosida qotuvchi bog'lovchilar;
2. Fizik – kimyoviy hodisalar asosida qotuvchi bog'lovchilar;
3. Fizik hodisalar asosida qotuvchi bog'lovchilar.

Erish bosqichi. Sement klinkeri minerallari ma'lum darajada suvda eriydi. Sement donalari suvga tushganda minerallarning yuza qatlamlari eritmaga o'tadi, natijada sement donalarining chuqurroqqatlamlari ochilib qoladi. Eritma dastlabki modda-klinker minerallari bilan to'yinmaguncha erish jarayoni davom etaveradi.

Eritmada klinker minerallari suv bilan kimyoviy birika boshlaydi. Odatdagi sharoitlarda klinker minerallarining suv bilan o'zaro ta'sir etish reaksiyalari ba'zi minerallar (C_2S va C_3A) uchun gidratatsiya reaksiyalari, boshqalari (C_3S va C_4AF) uchun gidroliz reaksiyalari bo'ladi. Bu reaksiyalarning ketishi haqida yuqorida batafsil gapirib o'tilgan. Bog'lovchilarning bunday tarzda guruhlariga bo'linishi faqat shartli ravishdadir, chunki istalgan bog'lovchi kompozitsiyaning qotishida u yoki bu ko'rinishdagi uchchala guruhga mansub jarayonlar sodir bo'ladi va bu erda gap sun'iy tosh hosil bo'lishidagi ularning turli xil roli haqida boradi. Yangi turdagi sementlarni ishlab chiqishda eng yuqori e'tiborga birinchi guruh sazovor bo'lib, bu guruh gidratatsion turdagi (qorishtirish suyuqligi bo'lib suv hisoblanadi) va turli eritmalar (kislotalar, ishqorlar, tuz eritmaları) va suvsiz (ko'p atomli spirtlar, organik kislotalar, uglevodlar va h.k.) bog'lovchilarni o'zida birlashtiradi. Sement toshining hosil bo'lishi ushbu holatda kislotali – asosli xarakterdagi reaksiyalarning sodir bo'lishi hamda polimerlanish va polikondensatlanish jarayonlari bilan shartlanadi

Kolloidlanish bosqichi. Klinker minerallari va ularning hosilalari suvda turlicha tezlikda eriydi. Kalsiy gidroksid suvda ayniqsa yaxshi eriydi. U uch kalsili silikat gidrolizlangani zaxoti ohakka tuyingan eritma hosil qiladi. Kalsiy gidrosilikatlar, gidroalyuminatlar, gidroferritlar distillangan suvda bir oz eriydi, ohakka to'yingan eritmada esa butunlay erimaydi. Shu tufayli klinker minerallarining suv bilan o'zaro ta'sir etish mahsulotlari-kalsiy gidrosilikatlar, gidroalyuminatlar va gidroferritlar $Ca(OH)_2$ singari eritmaga o'tmaydi, balki shu zaxoti kolloid eritmalar hosil qilib mayda-mayda qattiq earrachalar holida ajralib chiqa boshlaydi.

C_3S yana gidrolizlanishi tufayli hosil boʻladigan kalsiy gidrat oksidining yangi ulushlari ohakka toʻyingan eritmada endi eriy olmaydi va $Ca(OH)_2$ xam juda mayda kolloid zarrachalar koʻrinishida ajralib chiqa boshlaydi.

Hosil boʻlgan kolloid massalar qovushqoq va yopishqoq boʻladi. Shu sababli sement xamiri plastik va bogʻlovchilik xossalariga ega. Sement hamirining bunday holati betonbop qorishma uchun juda muhim ahamiyatga ega: plastik sement xamiri toʻldirgichlar donalarini oʻrab oladi va shu bilan ular orasidagi ishqalanishni kamaytiradi, natijada betonbop qorishma yoyiluvchan va yaxshi joylashuvchan boʻlib qoladi. Sement xamirining qovushqoqligi betonbop qorishmaning ayrim-ayrim tashkil etuvchilari shagʻal, qum va sement xamirga ajralib katlamlana boshlashiga toʻsqinlik qiladi. Biroq sement xamirida nisbatan qisqa vaqt ichida va faqat sement qorilganda keyingi dastlabki vaqtda, yaʼni kolloid massalarning anchaginasini suvga aralashgani va kaogulyasiyalanganda bunday hol yuz beradi.

Klinker minerallarining yangi ulushlari suv bilan oʻzaro taʼsir etishaveradi. Natijada koʻp miqdordagi suv kimyoviy birikma-gidratlar hosil qiladi. Sement xamiridagi erkin suv miqdori kamayadi, natijada ayrim kolloid zarrachalar bir-biriga yaqinlashadi, yiriklashadi va oʻzaro elimlanib qoladi. Natijada sement xamirining plastiklik va bogʻlovchi xossalari yoʻqoladi. Bu holda toʻldirgichlar qoʻshib qorilgan sement xamiridan plastik betonbop qorishma va mustahkam beton hosil boʻladi.

Sement hamirining plastiklik xossalarini yoʻqotishga va oz boʻlsa ham mustahkamlanishiga yordam beradigan qotish bosqichini P.A. Rebender *koagulyasion struktura hosil boʻlish davri* deb atadi. Shu koagulyasion struktura hosil boʻlish davridagi sement xamiri mustahkamligi tishlashish mustahkamligi demakdir. Tishlashish darajasiga qarab shartli ravishda sement xamirining, tishlashishning boshlanish va tishlashishning tugallanish bosqichlari boʻladi.

Ikkinchi guruhga yuqori konsentratsiyalangan mayda dispers suspenziyalarni oʻz ichiga oluvchi bogʻlovchi sistemalar (keramik shlikerlar, loyli massalar, tuproqlar) kirib, bularda bogʻlovchilik vazifasini suv bajaradi. Suvning bugʻlanishi kapillyar

kuchlar hisobiga tutash zarrachalarda hosil bo'luvchi zarrachalarning zichlashishiga olib keladi, buning natijasida avval koagulyasion struktura hosil bo'ladi. Bug'lanishning davom etishi bilan koagulyasion strukturalar ma'lum sharoitlarda koagulyasion yoki kristalizatsion strukturalarga o'tishi mumkin. Koagulyasion strukturalarning barqarorligi vander-vaals ilashish kuchlarining yuzaga kelishi bilan tushuntiriladi, bunday strukturalarning mustahkamligi yuqori bo'lmaydi. Shunga qaramay, ushbu guruh bog'lovchilari keng qo'llaniladi – kulolchilikda quyma shlikerlar tayyorlash, katalizatorni cho'ktirishda, yupqadispers ruda konsentratlarining qumoqlashishi kabi jarayonlar bunga misol bo'la oladi.

Kristallanish bosqichi. Bu bosqich portlandsement klinkerining navbatdagi va oxirgi qotish davri hisoblanadi. Bu bosqichda kolloid massalaridan bir-biriga chirmashgan kristallar hosil bo'ladi. Natijada kristall namat yoki kristall to'r paydo bo'ladi.

Sement klinkeri minerallarining yangi kolloid xossalari bir xilda kristallanmaydi. Birinchi navbatda kalsiy gidroalyuminatlardan va qisman kalsiy gidroksiddan kristall to'rlar hosil bo'la boshlaydi. Kalsiy gidrosilikatlari esa ancha vaqtgacha kolloid holida turadi. Shuning uchun sementning dastlabki qotish davridagi mustahkamligi kalsiy gidroalyuminatlar, shuningdek Ca(OH)_2 kristallaridan hosil bo'ladigan kristall to'ri mustahkamligiga bog'liq. Biroq sementtosh bundan keyin asosan gidrosilikatlar hisobiga mustahkamlana boradi. Gidrosilikatlar asta-sekin zichlanib kristallanadi. Zichlangan kolloid massalar va gidrosilikatning kristall hosilalari gidroalyuminatlar va Ca(OH)_2 ning kristall to'rlariga qaraganda ancha mustahkam bo'ladi. Asosan Ca(OH)_2 bilan o'zaro aktiv ta'sir etishadigan amorf qumtuproq SiO_2 dan tashkil topgan gidravlik qo'shilmalar portlandsementning chuchuk suvga barqarorligini oshiradi. Buning sababi shundaki Ca(OH)_2 bilan o'zaro reaksiyaga kirishganda nisbatan yaxshi eriydigan ohak qum tuproq bilan amalda erimaydigan kalsiy gidrosilikat $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ hosil qiladi.

Shunday qilib, portlandsement tarkibida gidravlik qo'shilmalar (va gips) bo'lganda ikkilamchi jarayon ro'y beradi: klinker minerallari bilan suv o'rtasidagi

reaksiyalarning maxsulotlari va qo'shilmalari kimyoviy o'zaro ta'sir etishadi. Natijada portlandsement tishlashish muddati uzayadi va suvga barqarorligi ortadi.

Portlandsementning tishlashish muddatlari bir qator faktorlarga ya'ni sement xamirining temperaturasiga, qorishmaga solinadigan suv miqdoriga, klinkerning mineralogik tarkibi, sementning maydalab tuyilganligi (23-jadval), gips va qo'shilmalar miqdoriga bog'liq.

Sementda tishlashishning boshlanishi va tugallanish muddatlari belgilangan. Sement xamirining xarakatchanligi yo'qolgan daslabki davr sementning tishlashishi boshlanganligini bildiradi, uning toshdek qattiq holga kelgani esa sementning tishlanib bo'lganligini bildiradi.

Standartda ko'rsatilgan talablarga muvofiq portlandsement 45 minutdan keyin tishlasha boshlashi va kamida 12 soatda tishlashib bo'lishi lozim. Yangi tayyorlangan beton va qorishmani sement tishlasha boshlashdan avval ishlatib bo'lish kerak, agar bunday qilinmasa betonning mustahkamligi pasayib ketadi, shuning uchun quruvchilarning o'zlari ishlatayotgan sementning tishlashish muddatlarini bilishlari juda muhim.

Temperatura ortib borishi bilan sementning tishlashish muddati tezlashadi, temperatura pasayib borishi bilan esa sekinlashadi. Suv kerakli miqdordan ortiq qo'shilsa ham sementning tishlashishi sekinlashadi.

23-jadval

Sementning solishtirma sirtining tishlashish muddatlariga ta'siri

Sementning solishtirma sirti, m ² /kg	Tishlashish muddatlari, soat va minut	
	Boshlanishi	Oxiri
225	2...45	-
440	2...30	5...35
625	2...10	5...10

Klinker mineralogik tarkibining va solishtirma sirt miqlorining tishlashish muddatlariga ta'siri klinker minerallarining gidratatsiyalanish tezligi bilan xarakterlanadi. Sement xamirining tishlashish jarayoni C_3A asosiy rol o'ynaydi, uch kalsili alyuminat qanday tezlikda tishlashsa, gips qo'shilmagan maydalangan portlandsement klinkeri ham taxminan shunday tezlikda tishlasha boshlaydi.

Shunday qilib, portlandsement tarkibida kalsiy alyuminatlari ko'p bo'lsa, bu hol tishlashish muddatini qisqartiradi yoki zarur muddatlarda tishlanadigan sementni olish uchun ko'pi bilan qancha gips qo'shish lozimligini aniqlab beradi.

Uchinchi guruh bog'lovchilarining qotishi kristall hosilalarni paydo bo'lishi bilan shartlanadi. Ushbu guruh bog'lovchilari M. M. Sichyovning fikricha: erish – kristallanish hisobiga qotuvchi; suvni bug'lanishi yoki qo'shilishi hisobiga o'ta to'yinish oqibatida kelib chiquvchi kristallizatsion jarayonlar natijasida qotuvchi bog'lovchilarga bo'linadi. Erish – kristallanish vositasida qattiq zarrachalarning bog'lanishi texnikada juda keng ko'lamda qo'llaniladi, chunki: sopolning pishishi, shisha – kristall materiallar ishlab chiqarish, quyma toshlar, o'tga chidamli materiallar ishlab chiqarish sanoati, buyum va tuzilmalarni bir – biriga yopishtirish va h.k.

Kristallanish hisobiga qattiq jismning hosil bo'lishi qoruvchi suyuqlikning bug'lanish jarayoni hisobiga uni suvsiz fazalar bilan yoki uni bog'lovchi kompozitsiyani kukunsimon holdagi tashkil etuvchisi tarkibiga kiruvchi qisman suvsizlangan fazalar bilan bog'lanish oqibatida o'ta to'yinishi natijasida kelib chiqishi mumkin. Kristallanish mexanizmi bo'yicha qotuvchi bog'lovchining tipik misoli sifatida qurilish gipsi, ya'ni yarim suvli kalsiy sulfatni keltirish mumkin. U suv bilan o'zaro ta'sirga kirishib, kam eruvchi ikki suvli kalsiy sulfatini hosil qiladi.

Maydalangan, qo'shilmalarsiz klinkerli sement suvda qorilganda, vaqt o'tishi bilan mustahkamlana boradigan va toshsimon holga o'tadigan sementtoshga aylanuvchi plastik xamir hosil bo'ladi. Anorganik bog'lovchi moddalarning qotishi tug'risida akademik A.A. Baykov va uning maktabi ishlab chiqqan klassik nazariyaga

ko'ra bu jarayon uch bosqichga bo'linadi. Shu bosqichlar davomida klinker kukuni suv bilan qorishtirilgandan so'ng mustahkam toshsimon materialga aylanadi.

Sementning suv bilan reaksiyaga kirishuvida issiqlik ajralishi. Klinker minerallarining suv bilan ta'sir etish jarayonlari ekzotermik, ya'ni issiqlik ajraladigan jarayondir.

S.D. Oqoroqov fikricha klinker minerallari turli qotish muddatlarida quyidagi kursatkichlar bilan xarakterlanada (24-jadval).

Verbek va Foster ma'lumotlariga ko'ra C_3S va $\beta-C_2S$ ning issiqlik ajratish ko'rsatkichi jadvalda keltirilgan qiymatlardan, ayniqsa 3 va 7 sutkadagi qiymatlaridan 1,5...2 marta kam; C_3A va C_4AF moddalariniki esa ko'p.

24-jadval

Toza klinker minerallarining gidratatsiya issiqligi gidratatsiya, (J/kg)

Minerallar	Qotish muddatlari, sutka					To'la gidratatsiya	
	3	7	28	90	180	Okorkov bo'yicha	Lerch va Bogg bo'yicha
$3CaO \cdot SiO_2$	405	460	485	520	565	670	502
$\beta-2CaO \cdot SiO_2$	63	105	167	197	230	352	260
$3CaO \cdot Al_2O_3$	590	660	875	930	1020	1070	865
$4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$	176	250	380	415	-	570	418

Sementdan qancha issiqlik ajralib chiqishi u qanchalik mayda tuyilganligi va mineralogik tarkibiga, unda mineral qo'shilmalar bor-yo'qligiga bog'liq. Mineral qo'shilmalar sementdagi klinker tashkil etuvchisini kamaytiradi va bu bilan uning ekzotermikligini pasaytiradi.

24-jadvaldan ko'rinib turibdiki, eng ko'p issiqlik gidratatsiyasi C_3A (qariyb 1050 kal/g) bilan C_3S (taxminan 540 kal/g) da bo'ladi. Ikki kalsili silikat tegishli sur'atda, 3 va 2 marta kam issiqlik chiqaradi. Shuni aytish kerakki, beton konstruksiyasining temperaturasi jami gidratatsiya issiqligiga bog'liq bo'lmay, shu

bilan birga issiqlikning ajralib chiqish tezligiga bog'liq. Keltirilgan jadvaldan ko'rinib turibdiki, C_3A va C_3S dan ayniqsa ko'p issiqlik ajralib chiqadi. Demak yaxlit beton konstruksiyalari uchun tarkibida shu minerallar ko'p bo'lgan portlandsementlar ishlatib bo'lmaydi. Natijada beton konstruksiyalar o'z-o'zidan qiziydi. Bu xolning yaxshi va yomon tomonlari bor. Masalan qish vaqtida sement ekzotermiyasi beton qilinayotganda konstruksiyaning tez muzlashiga yo'l qo'ymaydi. Bu esa qotish jarayoniga yaxshi ta'sir ko'rsatadi. Biroq juda ko'p issiqlik ajralib chiqishi xam nomakbul xodisadir, chunki sement ekzotermiyasi natijasida yaxlit beton konstruksiyalar ichidagi temperaturalar $50...60^{\circ}C$ va unda ham ortadi, demak, tashqi qatlamlar havo temperaturasida bo'ladi. Bu esa konstruksiyaning tashqarisi va ichkarisidagi temperaturaning turlicha bo'lishiga olib keladi. Beton element ham, har qanday tosh mineral kabi temperatura ortishi bilan o'lchami kattalashadi va aksincha temperatura pasayishi bilan torayadi. Binobarin, betonning tashqi ancha sovigan qatlamlari siqilishga intiladi, lekin qizib ketgan ichki qatlamlari bunga yo'l quymaydi. Natijada betoning sirtqi qatlamlari cho'zilgan (zo'riqqan) xolatda qoladi va yoriqlar paydo bo'ladi. Demak, xodisaning oldini olish uchun belitli sement ishlatilgani ma'qul. Biroq bunday sementlarning mustahkamligi ancha past.

Sement qanchalik mayda tuyilgan bo'lsa shuncha ko'p issiqlik ajralib chiqadi (ayniqsa, qotishning dastlabki vaqtlarida), chunki klinker minerallarining gidratatsiya jarayonlari tezlashadi. Xuddi shunga o'xshash sementning gidratatsiya jarayonini tezlashtiradigan hamma usullar (qo'shilmalar, ya'ni qotishni tezlashtirgichlarni ishlatish, temperaturasini oshirish va boshqalar) issiqlik ajralib chiqish tezligini ko'paytiradi va aksincha, gidratatsiyani sekinlatuvchi usullar sementning issiqlik ajratib chiqarish tezligini kamaytiradi.

5-§ Sementtoshdagi hajmiy o'zgarishlar

Qotayotgan sementtoshda atrof-muhit ta'siridan va boshqa bir qator fizik-kimyoviy jarayonlar natijasida hajmiy o'zgarishlar sodir bo'lishi mumkin.

Hajmiy o'zgarishlarning quyidagi turlari bor: sement xamiri cho'kadi, sement-suv sistemasining tortilishi ro'y beradi, xajmiy kengayishi, kirishishi va shishishi temperatura ta'sirida xajmiy o'zgarishlar sodir bo'ladi. Sement donalari og'irlik kuchi ta'sirida suvda cho'kishi tufayli suv yuqoriga siqib chiqariladi, sement donalari esa avvaliga yiriklari, so'ngra maydalari to'planib qoladi. Sement aralashmalarining *qatlamlanishi* deb ataladigan bu xossasi beton konstruksiyalari mustahkamliligiga katta ta'sir qiladi; sement xamiri (betonbop qorishma) ning yuqoriga sersuv qatlamlarida, qotganidan so'ng unchalik mustahkam bo'lmagan g'ovak-sement tosh (beton) hosil bo'ladi. Bunday qatlamlanish natijasida to'ldirgich ostiga unchalik mustahkam bo'lmagan va eng g'ovak bo'lgan sement tosh qatlami joylashadi. Shuning uchun mexanik kuchlar ta'sirida beton xuddi shu eng bo'sh eridan buziladi. Bundan tashqari beton g'ovaklari va suv kirib muzlab qolishi tufayli uning sovuqqa chidamliligi, shuningdek, agressiv suyuqliklar ta'sirida korroziyalanishga chidamliligi ham kamayadi. Qatlamlanish natijasida betonning temir-betondagi armaturaga yopishish mustahkamligi ham pasayadi, armatura simlari ustida g'ovak sementtosh hosil bo'lishi mumkin.

Qatlamlanish jarayoni ko'p davom etmaydi. Biroq cho'kishning nisbiy miqdori anchaga (2...3% gacha) etadi. Sement aralashmalarining qatlamlanish (suvning ajralib chiqishi) darajasi sementning suvni tutib tura olish qobiliyati va sement hamiri (beton) dagi dastlabki suv miqdoriga bog'liq.

Sementning suv tutib tura olish qobiliyati o'z navbatida sement kanchalik mayda tuyilganiga va uning tarkibiga bog'liq. Dastlab ishlatilgan moddalarning absolyut hajmlari yig'indisi (sement-suv) ularning o'zaro ta'sir etish mahsulotlari absolyut hajmlar yig'indisidan kattaligi tufayli sistema kontraksiyalanadi. Sementtosh odatda tashqi o'lchamlarini o'zgartirmagan holda siqiladi. Demak, kontraksiya natijasida sementtoshda g'ovaklar hosil bo'lishi va betonning uzoq vaqtga chidamliligi hamda mustahkamligi kamayadi.

Sementning suv tutib tura olish qobiliyati va kontraksiya miqdori klinkerning mineralogik tarkibi, mayda tuyilishi va dastlabki qorish uchun olingan suv miqdoriga bog'liq.

Sementtosh havoda qotayotganda, odatda hajmi kichrayadi, ya'ni kirishadi, suvda qotayotganda esa bir oz ortadi, ya'ni shishadi. Sementtosh juda ko'p kirishish (kichrayishi) va shishishi (kengayishi) mumkin. U bir oy davomida qotganda 0,5...0,6% ga kengayishi yoki kirishishi mumkin (ya'ni 1m da 5...6 mm kirishadi). Oqibatda sementtoshga qaraganda beton bir necha baravar kam kirishsa yoki shishsa ham yaxlit beton konstruksiyalar darz ketishi mumkin.

Qotishning dastlabki davrlaridagi kirishish va shishish bir oyda shu jarayonning 60...70% gacha etadi. Bunga sabab ko'rsatilgan davr ichida gidratlanayotgan sement donalarining namni tortish va bug'lanish hisobiga xamir ayniqsa tez suvsizlanishidir. Suvsizlanishi natijasida zarrachalar bir-biriga yaqinlashadi va sementtosh kirishadi. Vaqt o'tishi bilan cho'kish va shishish deformatsiyalari to'xtaydi, biroq atrof muxitning namligi o'zgarishi bilan bu jarayon yana davom etishi mumkin.

Sementtosh juda ko'p mayda tartibsiz joylashgan kapillyardan iborat jins bo'lib, atrof-muhit namligiga qarab ular suvga to'lmagan va to'lgan bo'lishi mumkin. Shunga ko'ra hajmiy o'zgarishlar kirishish yoki shishish tomoniga rivojlanadi.

Sementtosh kimeviy reaksiyalar natijasida xam hajmiy kengayishi mumkin.

Misol uchun klinker tarkibidagi erkin ohak va magniy oksidning so'nishi, shuningdek, uch kalsiy alyuminat bilan gipsning o'zaro ta'siri etishi xamda kimyoviy reaksiyalarda ajralib chiqqan issiqlik natijasida sementtoshda deformatsiyalar, yani hajmiy kengayish sodir bo'lishi mumkin.

6- §. Portlandsementning mustahkamligi

Portlandsementning pishiqligi namunalarning siqilishdagi va egilishdagi mustahkamlik chegarasi bilan ifodalanadi. Portlandsement shu ko'rsatkichlarga ko'ra

markalanadi. Markalar o'lchami 4x4x16 sm bo'lgan namunalarning egilishdagi mustahkamlik chegarasiga, yarim namunalarning siqilishdagi mustahkamlik chegarasiga qarab belgilanadi. Bu namunalar og'irlik bo'yicha 1:3 nisbatda tayyorlangan plastik sement qorishmasidan yasaliib, 28 kun qotiriladi va shundan keyin sinaladi.

28 kun qotirilgan namunaning siqilishdagi mustahkamlik chegarasi *sementning aktivligi* deb ataladi, marka shu ko'rsatkichga qarab belgilanadi. Agar sementning aktivligi 54,6 MPa bo'lsa, uning markasi 500 qilib belgilanadi. Sementning mustahkamligidan mumkin qadar to'la foydalanish uchun uning aktivligini hisobga olish kerak.

Portlandsement uchun 300, 400, 500 va 600 markalar belgilangan.

Qotayotgan portlandsementning mustahkamligi vaqt bo'yicha bir tekis ortmaydi. Portlandsementdan tayyorlangan beton 3 kun davomida qotgandan so'ng uning mustahkamligi shu marka uchun belgilangan 28 kunlik mustahkamlikning yarmiga etadi, mustahkamlikning qolgan yarmiga esa 25 kundan keyin erishiladi. Biroq portlandsement asosida tayyorlangan betonning 28 kunda erishilgan mustahkamligi boshqa xil gidravlik bog'lovchi moddalardan tayyorlangan betonlarniki kabi oxirgi mustahkamlik bo'lib hisoblanmaydi, u maksimal mustahkamlikning o'rta xisobida 50% ni tashkil etadi. Qulay sharoitda bir necha yil davom etadi, shu tufayli oxirgi mustahkamlik shu markaga xos mustahkamlikdan ba'zan bir necha marta ortiq bo'lishi mumkin.

Portlandsement asosida tayyorlangan namunalarning egilishdagi mustahkamlik chegarasi, siqilishdagi mustahkamlik chegarasidan ancha past bo'ldi. Shu ko'rsatkichlarning qiymatini oshirish hozirgi kunning muhim masalalaridan biridir. Bu masalani hal qilishda bir necha yo'l paydo bo'lmoqda. Egilishdagi mustahkamlik ayniqsa katta ahamiyatga ega bo'lgan konstruksiyalar uchun beton tayyorlanayotganda bu ko'rsatkichlar hisobga olinadi (masalan, yo'lga qoplanadigan betonlar, suyuq mahsulotlar saqlanadigan yirik idishlar va bosim ostida suyuqliklarni quvurlar orqali tashlash va h.q.).

Sementtosh mustahkamligi va mustahkamlikning o'sishi ayniqsa klinkerning mineralogik tarkibiga bog'liq (27, 28, 29-jadvallar). Uch kalsili silikatning oxirgi mustahkamligi xam, mustahkamligining ortish tezligi xam boshqa minerallarnikidan yuqori. C_3S ning mustahkamligi ayniqsa qotishning dastlabki 7 kunida tez ortadi. Shu davr ichida 28 kunlik mustahkamlikning 70% ga yaqin ta'minlaydi. Bir oy qotgandan so'ng C_3S mustahkamligining ortishi keskin sustlashadi va 11 oyda bu mineralning mustahkamligi hammasi bo'lib 15% gacha ortadi (taxminan 55...65 MPa gacha).

Ikki kalsili silikat butunlay boshqacha qotib mustahkamlanadi. C_3S ga qaraganda C_2S ning mustahkamligi dastlabki (28 kungacha) amalda oshmaydi (C_3S mustahkamligining 10...15% ni tashkil qiladi). Ammo keyinchalik C_2S ning mustahkamligi tezda orta boshlaydi va natijada C_3S kabi mustahkamlanadi. Bu minerallarning bir-biridan bunday farqlanishiga sabab gidratatsiyalanish tezligidir.

C_3S ning gidratatsiyasi taxminan bir oyda tugashi mumkin C_2S ning gidratatsiyasi esa bu vaqtga kelib endigina kuchaya boshlaydi. Demak dastlabki davrda tez qotadigan beton tayyorlash kerak bo'lsa tarkibida uch kalsili silikat ko'p bo'lgan alitli portlandsement ishlatish lozim. Beton konstruksiyalari ko'p vaqt o'tgandan so'ng nihoyatda mustahkamlanishi talab qilinsa belitli portlandsement ishlatish kerak. S_3A boshqa minerallarga nisbatan unchalik mustahkam emas, chunki u gidratlanganda g'ovak va unchalik mustahkam bo'lmagan struktura hosil qiladi. C_3S va C_2S gidratlanganda esa yangi ancha zich struktura hosil qiladi. Shuning uchun tarkibida alyuminat ko'p bo'lgan sementlardan ishlangan betonning boshqa xossalari (jumladan, sovuqqa chidamliligi) ham pasayadi.

Uch kalsili alyuminat mustahkamligining pastligi faqat monomineraldan tarkib topgan hollardagina shu usulda bilinadi.

Sement klinkeri singari polimineral aralashmalarda C_3A sementtosh mustahkamligining o'sishiga yaxshi ta'sir ko'rsatadi va kolloid silikat massalarning zichlanish jarayoniga yordam beradi. Tez qotadign sement tarkibida C_3A ko'p bo'lishi bilan xarakterlanadi. Tarkibida 60...70% C_3S+C_3A va 10% C_3A bo'lgan sementning qotishining dastlabki davridagi mustahkamligi ancha tez ortadi.

Qorishmaga qoʻshiladigan suv miqdori va sementning mayda-yirikligi portlandsementning mustahkamligiga taʼsir etadi. Sement qorishmasiga suv qancha koʻp qoʻshilsa, undan tayyorlangan namunaning mustahkamligi shuncha kam boʻladi.

Plastik sement xamiri (beton yoki qorishma) tayyorlash uchun zarur boʻlgan suv miqdori klinker minerallari kimyoviy yoʻl bilan bogʻlab olinadigan suv miqdoridan amalda doim kam boʻladi. Masalan, 1-12 oydan soʻng sement hammasi boʻlib oʻz ogʻirligiga nisbatan 15...20% suvda biriktiradi, vaholanki normal quyuq xamir olish uchun odatda 25% dan ortiq suv talab qilinadi (25-jadval). Konstruksiya qolipga joylashsa boʻladigan betonbop qorishmalar tayyorlash uchun odatda, sement ogʻirligining kamida 28...30% miqdoriga suv kerak boʻladi. Suvi kam betonbop qorishmani konstruksiyaga yaxshilab joylash qiyin ish boʻlib, bunday qorishma kam yoyiluvchan, plastik emas va uni zichlash juda qiyin.

25 jadval

Sement solishtirma sirtininng birikkan suv miqdoriga taʼsiri

Sementning solishtirma sirti, m ² /kg	Suvda qotayotgan sementda birikkan suv miqdori, % hisobida		
	3 sut	7 sut	28 sut
295	11,58	14,05	14,14
440	12,38	15,71	16,32
625	15,82	17,03	17,78

Shunday qilib sement xamirida hamma vaqt ortiqcha suv boʻladi. Bu suv bugʻlangandan soʻng sementtoshda gʻovak va boʻshliqlar hosil boʻladi. Shu bilan sementtoshning ish kesimi kichrayadi, mustahkamligi pasayadi.

Sementtoshning gʻovakligi beton konstruksiyalarining chidamliligiga sezilarli taʼsir koʻrsatadi. Suv bugʻlanishi tufayli hosil boʻlgan kanal va gʻovaklardan sementtoshga agressiv suv va gazlar oʻtadi, natijada uning emirilishiga yoʻl ochiladi.

Beton konstruksiyalarning suv va sovuq taʼsiridan buzilishining eng asosiy sababi ham sementtoshning gʻovakligidir. Shuning uchun doim iloji boricha zich

sementtosh hosil qilishga harakat qilish zarur. Buning uchun oz miqdorda suv quyish ($\frac{C}{H}$ -suv-sement nisbatini iloji boricha kichik olib) va betonbop qorishmani obdon qorish kerak bo'ladi.

Qotish jarayoni normal o'tishi uchun va demak portlandsement yanada mustahkamlanib borishi uchun sementtoshda doimli suv bo'lishi kerak. Shuning uchun, sementtosh qotishining birinchi kunlarida juda nam sharoitda turishi zarur. Sementtoshning qurib qolishiga yo'l qo'yilsa, uning mustahkam qotishi to'xtab qoladi. Sementtoshning qotishi uchun zarur nam sharoit amalda har xil usulda hosil qilinadi: beton konstruksiyalariga suv sepiladi, bug'lanish hosil qilinadi, konstruksiyaga bug' o'tkazmaydigan plenka hosil qiladigan maxsus emulsiyalar yoki polietilen plenklar qoplanadi va hokazo.

Boshqa sharoitlarda atrof-muxit temperaturasi sementtosh mustahkamligining ortishiga asosiy ta'sir ko'rsatadi. Odatda, temperatura pasayishi bilan qotish sekinlashadi va aksincha temperatura ortishi bilan mustahkamlik temperaturaga qaraganda ko'proq ortadi. Bu esa quyidagicha tushuntiriladi: temperatura ko'tarilishi bilan ko'pgina moddalarning reaksiya tezligi ortadi. Amalda portlandsement betonlari turli temperaturalarda qotishi mumkin. Masalan, qotishning quyidagi rejimlari qo'llaniladi: normal temperaturada (15...20°C), normal bosimda (100°C gacha temperaturada), yuqori bosimda (170°C undan yuqori temperaturada) bug'lash, manfiy temperaturalarda qotish.

Mustahkamlikning markada ko'rsatilgan mustahkamlikka qadar o'sish tezligi ayniqsa 174°C ga yaqin temperaturada eng yuqori bo'ladi. Marka mustahkamligiga 8...10 soatdan so'ng erishiladi. Bunday yuqori temperatura hosil qilish (shuningdek, atrof-muhit zarur darajada nam bo'lishi) uchun avtoklavlarda bosim ostida bug' bilan ishlov beriladi.

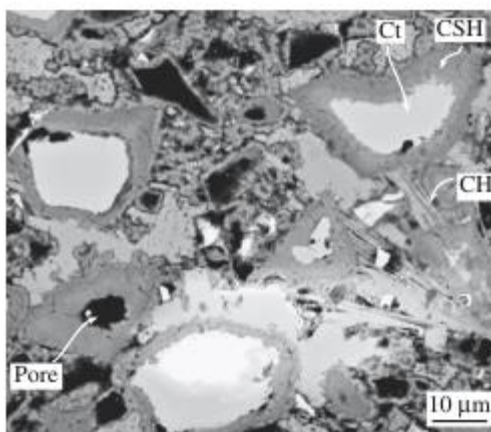
Masalan, 80...90°C temperaturada (normal bosimda bug'langanda) sement avtoklav ishlovi sharoitidagiga nisbatan taxminan 2 marta sekinroq qotadi, bu holda sementtosh bir sutkadan keyin ham marka mustahkamligiga eta olmaydi.

Sement normal sharoitlarda, ayniqsa qotishning dastlabki davrida yaxshi qotadi, keyinchalik uning qotishi sekinlashadi. Yuqori (80°C va undan yuqori) temperaturada issiq nam ishlovi berilgan betonlar ko'p hollarda markada ko'rsatilgandan ortiq mustahkamlanmaydi. Sementtoshda yuqori temperaturada kolloid massalar kuchli zichlashishi sababli bunday hol yuz beradi. Bu esa sement donalarining gidratlanmagan ichki kismilariga suv singib borishiga to'sqinlik qiladi. Normal sharoitda qotayotgan beton uzoq vaqtgacha sezilarli darajada mustahkamlana boradi.

Issiq nam qotish rejimi vaqtida sementning mineralogik tarkibini ham hisobga olish kerak. Ba'zi tadqiqotchilar alit sementlariga avtoklav ishlovi bermaslik kerak deb ta'qidlaydilar, chunki bu sharoitlarda C_3S ning ijobiy ta'siri namoyon bo'lmaydi. Belit sementlar esa avtoklav ishlovi berilganda juda yaxshi qotadi.

Sementga qo'shilma sifatida maydalangan qum ishlatilsa, betonlarga avtoklav ishlovi berilganda alit sementlardan foydalanish yanada samarali bo'ladi. Yuqori temperaturada odatdagi sharoitlarda inert bo'lgan qum aktivligi ohakka nisbatan keskin ortadi. Natijada C_3S ning gidrolizlanishi vaqtida ajralib chiqadigan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ qum bilan mustahkam kalsiy gidrosilikatlar hosil qiladi manfiy temperaturalarda portlandsementtosh qotmaydi chunki undagi suv yaxga aylanadi. Lekin hozir shu narsa ma'lumki, elektrolit qo'shilmalar CaCl_2 , NaCl aralashmasi (3% CaCl_2 +7 % NaCl) va Na_2NO_2 , K_2SO_3 ko'p miqdorda, ya'ni sement og'irligiga nisbatan 10...15% gacha qo'shilsa, portlandsement asosida tayyorlangan betonlar manfiy temperaturalarda ham qotadi.

H.F.W. Taylor bo'icha 39-rasmda 8 kundan keyin qotish jarayoni SEM tasvirida ko'rsatilgan. Plastinkali xususiyatlarni o'z ichiga oladi kaltsiy gidroksidi (CH); tsement (Ct) zarrachalari to'liq (39 rasmdan CSH deb atalmish) tobermorit geli bilan o'ralganligi ko'rsatilgan .



39-rasm. 8 kundan keyin tsement qotish jarayonida hosil bolgan mahsulotlar (SEM tasvirida ko'rsatilgan).

Sement toshi mustahkamliginning shakllanishi

Shunday qilib, sement toshi mustahkamligining shakllanishi masalalari bo'yicha bir – biridan farq qiluvchi quyidagi uchta qarash mavjud:

1) mexanik nazariya (Le-Shatele), bunga ko'ra mustahkamlik, o'suvchi kristallarning alohida o'smalarining chirmashib ketishi natijasida yuzaga keladi;

2) koagulyasion nazariya (Mixaelis), bunga ko'ra mustahkamlik zarrachalarining koagulyasiyalanishi natijasida yuzaga keladi;

3) kristallizatsion struktura hosil bo'lish nazariyasi, bunga ko'ra qotish chog'ida mustahkamlikning yuzaga kelishi alohida kristallarning hajmiy panjaraviy struktura hosil qilib o'sishi bilan shartlanadi. (A. A. Baykov, P. A. Rebinder va b.) Shuningdek oraliq qarashlar ham mavjud: Bernal bo'yicha mustahkamlik ayrim o'smalarning chirmashishi natijasida bo'lgani kabi ularni qisman o'sishi oqibatida ham yuzaga keladi (struktura hosil bo'lishining mexanik – kristallizatsion nazariyasi).

M.M.Sichyov tomonidan ilgari suriluvchi qarashlarda mustahkamlikning shakllanishida yuqori e'tibor kimyoviy bog'larning turli xillarining roliga va qorishtiriluvchi suyuqlikni qattiq zarrachalar yuzasidagi holatiga qaratiladi.

Yuqorida bayon etilgan qarashlar, qorishtiriluvchi suyuqlikning qotishdagi kimyoviy bog'lanish jarayonlarining va texnologik omillarning rolini tushuntiradi (disperslik, qattiq – suyuqlik holatlar nisbati). Oldindan bilish masalalariga N . F. Fyodorov va uning xodimlari tomonidan muhim hissa qo'shildi. Ushbu mualliflar

tomonidan amalga oshirilgan ishlarda tuz – suv, tuz – kislota, oksid – ishqor, oksid – suv, oksid – organik birikma, metall – kislota, metall – tuz va h.k. sistemalarida qotish jarayonlarini amalga oshirilishining termodinamik imkoniyati kabi kinetik imkoniyatlari ham hisobga olinadi. Bu kompozitsiyalar quyidagi uch guruhga bo‘lingan:

- 1 – juda ham sekin o‘zaro ta’sirlanish oqibatida qotmaydigan;
- 2 – normal sharoitlarda qotuvchilar;
- 3 – o‘ta kuchli tarzda o‘zaro ta’sirlanish oqibatida qotmaydigan..

Qattiq komponentni berilgan qorishtirishga nisbatan reaksiya qobiliyatini ifodalovchi parametrlar bo‘lib, elektronmanfiylik, ionli potensial miqdorlari, bog‘ning ionli darajasi (oksidlar uchun), oksidlovchi qaytaruvchi potensial (metallar uchun) hisoblanadi. Bunday yondashuv asosida qattiq – suyuq sistemasining ko‘p sonli bog‘lovchilarining bog‘lash xususiyatlari ko‘rsatib berilgan. Birikmalarning asosiy xossalari qanchalik yuqori tarzda namoyon bo‘lsa, unga muvofiq keluvchi birikmaning suvga nisbatan reaksiya xususiyati shunchalik yuqori bo‘ladi:

- 1) $\text{CaO} > \text{C}_3\text{A} > \text{C}_{12}\text{A}_7 > \text{CA} > \text{CA}_2$;
- 2) $\text{C}_3\text{S} > \text{C}_2\text{S}$;
- 3) $\text{C}_2\text{F} > \text{CF}$;
- 4) $\text{C}_3\text{A} > \text{C}_4\text{AF} > \text{C}_3\text{S} > \text{C}_2\text{S}$.

Gidravlik faollik (aktivlik) deganda bog‘lovchi moddaning mustahkam tosh sifat jism hosil qilish xususiyati tushuniladi. Bu erda bog‘lovchining suvga nisbatan reaksiya xususiyatnigina aniqlanmaydi, balki qattiq jism strukturasining shakllanishining kinetik xususiyatlari bilan bog‘liq boshqa omillar ham aniqlanadi va bu erda ma’lum kimyoviy faollik bilan bir qatorda kristall o‘smaning paydo bo‘lishiga ta’sir etuvchi barcha sharoitlar hisobga olinishi zarur.

7-§ Sementtosh va betonlarning kimyoviy hamda fizik agressiv faktorlar ta’siriga chidamliligi

Sementtoshning chidamliligi deganda uning tashqi muhitning agressiv ta’siriga (chuchuk va mineral suvlar, suv bilan sovuqning birgalikdagi ta’siri, shuningdek,

yuqori temperaturalar, namlanish va qurishga hamda sementtosh kapillyar va g'ovaklarida tuz eritmalarining bug'lanib ketishi natijasida to'planib qolib, boshqa kristallogidratlarga aylanishiga) qarshiligi tushuniladi. Chunki portlandsementtosh havo ta'siriga juda yaxshi chidaydigan materialdir. Sementtosh havo bilan o'zaro ta'sir etganda ohak havodagi karbonat angidrid gazidan karbonlanishi tufayli yaxshiroq zichlashadi va chidamliroq bo'ladi.

Agressiv gazlar esa odatda faqat nam sharoitdagina sementga ta'sir ko'rsata oladi. Bu holda ular ko'pincha kislotalar hosil qiluvchi gazlar (SO_2 ; H_2S , Cl_2 va boshqalar) kabi ta'sir etadi. Ma'lumki, portlandsementtoshi ham mayda naysimon g'ovaklardan iborat. Gaz shu bo'shliqlarga juda ham oson singib kiradi. Nam sharoit paydo bo'lishi bilan naysimon mayda kovaklar ichidagi sementtoshning asosiy struktura elementi bo'lgan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kristallari buziladi. Bu beton konstruksiyalar mustahkamligiga juda katta xavf tug'diradi.

Sementtosh havoning zararli ta'siriga uchramaydigan materialdir. Unga havo ta'sir etganda ohak havodagi karbonat angidrid gazi bilan karbonlanishi tufayli yanada zichlashib, chidamliligi ortadi.

Zararli ta'sir etuvchi gazlarning ta'siri odatda, nam sharoitda kuchayadi. Bundagi emirilish jarayonlari suv ta'sir etgandagi jarayonlardan deyarli farq qilmaydi.

Sementtoshning suvli muhitga chidamliligini yaxshi tasavvur etish uchun bu boradagi tadqiqotlar tarixiga qisqacha to'xtalib o'tamiz.

Portlandsementning ixtiro qilinishi beton sohasidagi ishlarni rivojlantirib yubordi. XIX asrning ikkinchi yarmidan portlandsementli beton qurilishlarda temir-beton sifatida qo'llanila boshlandi.

Asrimizning 20—30 - yillarida gidrotexnik qurilishlarda portlandsement keng ishlatila boshlanishi natijasida inshootlarning suv ta'siriga chidamli emasligi ma'lum bo'ldi, gidrotexnik inshootlarning ko'pi buzilaverdi.

Evropa va Rossiya mamlakatlarida portlandsement asosida qurilgan gidrotexnik inshootlarning suv ta'siriga qanchalik chidamliliga professor A.R.

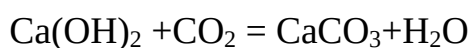
Shulyachenko, injener V.I. Charnomskiy va akademik A.A. Baykov tomonidan o'rganib chiqildi (XIX asrning oxiri va XX asr boshi). Portlandsementning suv, ayniqsa dengiz suvi ta'sirida buzilishi sabablarini tahlil etish natijasida beton emirilishi haqidagi fanga asos solindn. Olimlar umuman sementning suvga chidamliligini tadqiq etish borasida ham muayyan natijalarga erishganlar. Jumladan tuzsiz, ya'ni chuchuk suv ta'sirini ko'rib o'taylik. Sementning gidratatsiya mahsulotlari ichida eng yaxshi eruvchani kalsiy gidroksid bo'lib, u bir litr suvda 1,3 gramm eriydi. Eruvchanlik jihatdan ohakdan keyingi o'rinda gidroalyuminat, gidrosulfoalyuminat (batsilla), so'ngra gidrosilikatlar turadi. Umuman sement to'la erishi mumkin, lekin bu jarayon juda sust kechadi.

Agar beton maromiga etkazilmay qotsa, uning kovaklari katta bo'lib, ular orqali suv singib o'tsa, u holda suvning zararli ta'siri yaqqol namoyon bo'ladi. Betondan ajralib chiqqan ohakning karbonlanishi tufayli uning yuzasida oq sho'ra dog'lar paydo bo'ladi. Aksari hollarda bu mog'orsimon dog'lar betoniing *sho'ralashi* deb yuritiladi.

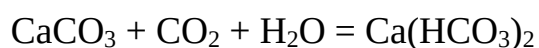
Betonning sho'ralashi — beton massasidan ohak sutining yuvilib chiqishidir. Bu jarayon o'z navbatida, to'ldirgichlar bilan tutashishni susaytiradi, binobarin inshootning mustahkamligini pasaytiradi.

Suvning erituvchanlik ta'siri suv qattiqligining ortishi bilan kuchayadi. O'ta qattiq suv betonning kovaklari va yuzasida kalsiy karbonat hosil qilish xususiyati tufayli uni mustahkamlashi ham mumkin.

Ko'pincha beton karbonat kislotali suv ta'sirida ham emiriladi. Avvaliga erigan karbonat kislota Ca(OH)_2 bilan reaksiyaga kirishib CaCO_3 hosil qiladi:



Bu jarayonning yaxshi tomoni shundaki, yaxshi eriydigan Ca(OH)_2 o'ziga nisbatan 40 marta kam eriydigan CaCO_3 ga aylanadi. Biroq 1 litrda SO_2 250...300 milligramm bo'lganda, quyidagi ikkilamchi jarayon sodir bo'ladi:



Oson eriydigan kalsiy bikarbonat $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ moddasi, keyinchalik sementtoshdan yuvilib chiqib ketadi. Uning o'rniga yana $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hosil bo'ladi. Shunday qilib, sementtosh minerallarining deyarli hammasi eriydi. Vaqtinchalik qattiqligi ko'pi bilan 24°C bo'lgan suv beton uchun xavfli emas.

Betonni sho'ralashdan qutqarish uchun beton inshootlari sirti bitum, lak bilan suvalmoqda, tabiiy tosh, hatto qo'rg'oshin tunuka bilan o'ralmoqda. Lekin bular juda qimmat bo'lib, ayni vaqtda uzoq vaqtga chidamaydi. Titratish yo'li bilan ham betonning yuza qismini zichlash mumkin. Bu tadbirlarning samarasi kamroq. Chunki ustki ximoya qatlami zarb ta'sirida shikastlansa, betonning emirilishi osonlashadi.

Sementning suv ta'sirida emirilish masalasini nemis olimi Mixaelis va rus olimi A.A. Baykov to'g'ri hal qildilar. Ular qotayotgan portlandsementdagi suvda yaxshi eriydigan erkin ohakni aktiv qumtuprogi ko'p bo'lgan qo'shilma yordamida bog'lash yo'lini qo'lladilar. Bunday qo'shilma tabiiy putssolandidir. Ma'lumki, bir vaqtlar quruvchilar ohakning suvga chidamliligini oshirish uchun putssolan va shunga o'xshash trass, tuf, pemza qo'shilmalaridan keng foydalanganlar. Portlandsement paydo bo'lishi bilan putssolandan foydalanilmay qo'yilgan edi.

Rus sementchilari 1908 yili Peterburgda o'tkazilgan xalqaro kongressda gidrotexnik inshootlar qurilishida ishlatiladigan portlandsementlarni albatta putssolanlash to'g'risida taklif kiritishdi. Lekin bu aslida yangilik emas edi.

Putssolan-sement asosan suv ostida va er ostida, shuningdek, sizot suvli erlarda inshootlar barpo etishda ishlatiladi. Qadimda, masalan, Buxoroda sernam, suvli va sho'rxok erlarda poydevor, dahma devorlari, hovuz, hammom qurishda «qir» deb ataluvchi ohakli putssolan sement keng ishlatilgan. «Qir» asosan o'simlik kuli, ohak (ba'zan gips qo'shilmasi), uzum shinnisi va tuxum oqsilidan tayyorlangan. Uzun shinnisi va tuxum oqsili sirt-aktiv modda vazifasini bajargan.

Shunday qilib, Rossiyada Italiya putssolanidan qolishmaydigan trepel, opoka, diatomit, trass va tuf singari gidravlik qo'shilmalar keng qo'llanila boshlashgan. Avvallari zavodlarda portlandsementga 10...15% qo'shilma ishlatilgan bo'lsa, keyinchalik sementning mustahkamligiga ta'sir qilmaydigan darajada 20...40%

gacha qo‘shiladigan bo‘ldi. Bu ayni vaqtda ham sementning suvga chidamliligini oshiradi, ham uning tannarxini arzonlashtiradi.

Agar betonga shimiladigan suv tarkibida erigan tuzlar bo‘lsa, kimyoviy erish jarayoni ham ketadi. Tuzlar deyarli hamma suvlar tarkibida bo‘lib, sementtosh sifatini buzadi. Daryo suvining bir tonnasida o‘rta hisobda 1,5 kilogrammgacha tuz bo‘ladi. Daryo suvining tuzlari: kalsiy sulfat va kalsiy karbonatdan tashkil topgan bo‘lsa, dengiz suvidagi tuzlar tarkibida: osh tuzi 78%, magniy xlorid 11%, magniy sulfat 5% va kalsiyning turli tuzlari 4% bor. Shu sababli odatdagi portlandsement, dengizdagi suv osti gidrotexnika inshootlarini qurishda ishlatilmaydi. Buning uchun esa maxsus sementlar yaratish lozim.

Qurilish tajribasidan ma‘lumki, tarkibida sulfat kislotasining kalsiy, magniy, natriy, ammoniy tuzlari va ularning aralashmasi bo‘lgan suvlar ta‘sirida beton ba‘zan yorilib ketadi. Chunki suvdagi bunday moddalar qotib qolgan oddiy portlandsementtosh tarkibidagi gidroalyuminat $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ bilan kimyoviy reaksiyaga kirishib, batsillani eslatuvchi ninasimon kristallar hosil qiladi. Ko‘pincha bunday birikma «*sement batsillasi*» deb ham ataladi. Uning kimyoviy ifodasi quyidagicha: $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{CaSO}_4\cdot 31\text{H}_2\text{O}$.

Ba‘zan kalsiy gidrosulfoalyuminat deb ataladigan bu birikma hosil bo‘lgach, qotgan sementtosh hajmiy kengayishga intiladi. Natijada ichki kuchlanish zo‘rayib, sementda darzlar paydo bo‘ladi. Chunki erimagan $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ bilan erigan gipsning birikishi tufayli kam eruvchan gidrosulfoalyuminat hosil bo‘lishi hajmning (erimagan $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ga nisbatan) taxminan 4,6 marta kengayishiga sabab bo‘ladi. Sementtoshning kengayishi natijasida uning strukturasi buzilib, mustahkamligi pasayadi va u emirilaveradi. «Sement batsillasi» beton uchun xavfli hisoblanib, u sho‘ralash bilan birlashganda ayniqsa xavf kuchayadi. Batsilla ta‘sirida inshoot chatnab yoriladi va beton ichida suvga yo‘l ochiladi. Binobarin, kalsiy gidratning erishi uchun qulay sharoit tug‘iladi. Xullas, «sement batsillasi» sementning sho‘ralashini tezlashtiradi.

Betonning bunday suvlarga chidamliligini oshirishda bog'lovchi materiallarni to'g'ri tanlashning ahamiyati katta. Bu o'z navbatida betonning xizmat muddatini uzaytiradi. Portlandsementning sulfatli suvlarga chidamliligini oshirish uchun uning tarkibidagi $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ni chiqarib tashlash kerak. Lekin bu tadbirning salbiy tomoni ham bor. Bu mineral sement tarkibidan butunlay chiqarib tashlansa, sementning qotishi juda sekinlashib ketadi. Bularning oldini olish uchun hosil bo'layotgan sement tarkibidagi $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ning miqdorini cheklash kerak. Bunday sement ishlab chiqarishda xom ashyoning tarkibiy qismiga katta e'tibor beriladi. Shu yo'sinda «sement batsillasi» ning tarqalib ketishi kamayadi. Bundan tashqari, dastlab portlandsement tarkibiga 20% dan ortiqroq diatomit, trepel, pemza, opoka, gliej, glinit kabi putssolan qo'shilmalar qo'shish bilan uning sulfatli suvlarga chidamliligini oshirish ham mumkin. Bunday sement putssolanli portlandsement deb ataladi.

Shuningdek, qotayotganda kam ohak ajratadigan klinker acosida tayyorlangan sement ohakning yuvilib ketishiga chidamli bo'ladi.

Agar beton ichiga singadigan suv sanoat oqovasi bilan ifloslangan bo'lsa, u betonga yanada yomon ta'sir ko'rsatadi. Chunki beton ishqoriy mahsulot bo'lib, uning tarkibida erkin holatdagi ohak gidrati juda ko'p. Shuning uchun u o'z tabiatiga ko'pa, kislota ta'siriga chidamsiz. Ohak kislota ta'sirida juda tez eriydi. Shu boisdan idish, quvur va apparatlarning beton tagligi, devor va shiplar, sellyuloza, ayrim turdagi o'g'itlar, sut kislota va oziq-ovqat korxonalarida tez buziladi.

Portlandsementtoshga ishqor eritmalar (NaOH , KON) turlicha ta'sir ko'rsatadi. Ishqor eritmalarining past konsentratsiyasi betonga zarar etkaza olmaydi. Sementtoshga vaqti-vaqti bilan ishqor va havo ta'sir etib tursa, uning kovaklarida to'planayotgan ishqor eritmasi karbonat angidrid gazi ishtirokida karbonlanib, kristallana boshlaydi. Hosil bo'lgan ishqoriy tuzlar havodagi namlik bilan sersuv gidratlar hosil qiladi. Shunda sementtosh hajman kengayadi, biroq bunday xavfli kengayish suyultirilgan ishqoriy eritmalarining doimiy ta'sirida kam ro'y beradi.

Juda katta konsentratsiyali ishqoriy eritmalar esa sementtoshni buzadi. Bunday sharoitda bir xil ionlar (OH) borligi tufayli Ca(OH)_2 ning eruvchanligi kamayadi, ammo sementtoshdagi boshqa tarkibiy qismlarning, ayniqsa alyuminatli birikmalarning eruvchanligi nihoyatda kuchayadi. Yuqori konsentratsiyali ishqoriy eritmalar ta'sirida sementtosh minerallari o'zaro reaksiyaga kirishib, oson eriydigan ishqoriy-er silikatlar va alyuminatlar hosil qiladi hamda sementtosh tezda buziladi. Shunday qilib, sementtoshning kimyoviy chidamliligini oshirish xalq xo'jaligida katta ahamiyatga ega bo'lgan masaladir.

V.M. Moskvina sementtoshning suvli muhitda korroziyalanishi (buzilishi)ni asosiy alomatlariga qarab quyidagi uch asosiy to'rga bo'ldi:

- 1-tur korroziya—tarkibiy qismlari erib ketishi natijasida sementtosh buziladi;
- 2-tur korroziya—suvdagi moddalar bilan sementtosh tarkibiy qismlari orasidagi o'zaro almashinuv reaksiyalari natijasida sementtosh buziladi;
- 3-tur korroziya—sement hamiri g'ovaklarida kam eriydigan tuzlarning cho'kish va kristallanishi natijasida sementtosh buziladi.

Tabiiy suvlar ta'siridagi betonlar korroziyasining asosiy turlari to'la klassifikatsiyasini V.V. Kind tuzib chiqdi.

1. Sementtoshdagi kalsiy gidrat oksidning o'z-o'zidan erib betondan ajralib chiqib ketishi, yuvilib ishqorsizlanish korroziyasi;
2. rN qiymati kamida 7 ga teng bo'lgan kislotalar ta'siri natijasida emirilish — kislota korroziyasi;
3. Kislota korroziyasining ayrim bir xil bo'lgan va sementtosh emirilishiga sababchi bo'luvchi karbonat kislota korroziyasi;
4. Sulfat korroziyasi, u o'z navbatida quyidagilarga bo'linadi: a) konsentratsiyasi 0,25...0,3 dan 1 g/l gacha bo'lgan ionlarning ta'sirida vujudga keladigan sulfoalyuminat korroziyasi;
b) eritmada konsentratsiyasi 1 g/l dan ko'p bo'lgan, asosan sulfat ionlari (SO_4^{2-}) ta'sirida vujudga keluvchi sulfoalyuminat—gipsli korroziya; v) tarkibida ko'p

miqdorda Na_2SO_4 va K_2SO_4 bo'lgan suvlar ta'sirida amalga oshadigan gipsli korroziya;

5. Magnezial korroziya, bu ham o'z navbatida quyidagilarga bo'linadi: a) suvda SO_4^{2-} ionlari bo'lmagan holda magniy kationlarini ta'siridan vujudga keluvchi magnezial korroziya; b) Mg^{2+} va SO_4^{2-} ionlarining birgalikdagi ta'siri natijasida sementtoshda sodir bo'ladigan jarayonlarni ifodalovchi sulfat magnezial korroziya.

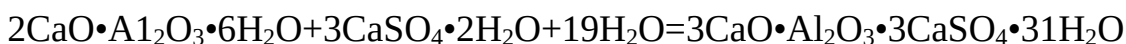
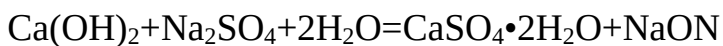
Korroziyaning bu turlari tabiiy suvlar, sanoat va maishiy kombinatlarning oqova suvlari ta'sirida vujudga kelishi mumkin. Bundan tashqari, gips va kislotaning birgalikdagi ta'siri ham katta ahamiyat kasb etishi mumkin. Oltingugurt vodorodli kislotalar ta'siridagi korroziya o'zgacha o'tadi. Bundan tashqari, sement va beton konstruksiyalari mol yog'i, o'simlik moyi, uglevod, spirt, fenol, shakar, turli kislotalar va ishqorlar ta'siriga uchrashi ham mumkin.

Korroziyaga sababchi bo'lgan moddalar qanchalik turli bo'lmasin, ular ta'sirida bo'ladigan korroziyani V.M. Moskvina va V.V. Kind kvalifikatsiyasi bilan tushuntirsa bo'ladi. Shu sababli ayrim misollarda V.V. Kind klassifikatsiyasining ba'zilarini ko'rib chiqamiz.

Sulfoalyuminatli korroziya— bu sulfatli korroziyaning bir turi bo'lib, u sementtosh va betonda 0,25...1 g/l ionlari bo'lgan sulfatli suvlarning ta'sirida vujudga keladi. SO_4^{2-} ionlarining miqdori ko'rsatilgan miqdordan ortib ketsa bu korroziya sulfoalyuminat gipsli korroziyaga aylanadi. Sulfat ionlarining konsentratsiyasi 0,25 g/l pastga tushib ketsa V.V. Kind ma'lumotlariga ko'ra bu hol portlandsementlar uchun xavfli bo'lmaydi.

Tabiiy suvlar yoki sanoat oqovalari tarkibida CaSO_4 , Na_2SO_4 , MgSO_4 , MgCl_2 , NaCl va shu kabi tuzlar turli miqdorda bo'lishi mumkin.

Sulfoalyuminatli korroziya quyidagi reaksiyalar orqali hosil bo'lishi mumkin:



Natriy gidrat oksidi yaxshi eriydigan modda bo'lib, sementtoshdan yuvilib ketadi. Bu reaksiya davomida qiyin eriydigan kalsiy gidrosulfoalyuminat hosil bo'ladi. U kristallanayotganda 30...32 mol suvni yutadi, hajmi taxminan 4,6 marta ko'payadi, oqibatda sementtoshning mustahkamligi keskin buziladi.

Kalsiy gidrosulfoalyuminat kristallari uzun ingichka ignalardan iborat bo'lib, tashqi ko'rinishi ba'zi batsillilarga o'xshab ketadi. Bu o'xshashligi uchun, shuningdek, sementtoshga juda xavfli ta'sir ko'rsatishi sababli, kalsiy gidrosulfoalyuminat «sement batsillasi» deb atalgan.

Birinchi davrda kalsiy gidrosulfoalyuminat (ettringit) hosil bo'lganda (gips yig'ilganda ham) u sementtoshning zichlanishiga yordam beradi, lekin sulfatli suvlar ta'sirida to'planishi yana davom etishi natijasida sementtosh shiddat bilan buzila boshlaydi.

Sementtoshning sulfatli korroziyasi natijasida buzilish tezligi suvdagi sulfatlar miqdoriga va klinkerning mineralogik tarkibiga bog'liq. Klinker tarkibidagi C_3S va C_2S miqdorining sulfatli suvlarda sement chidamliligiga ta'siri to'g'risida adabiyotlarda aniq ma'lumot yo'q. Ba'zi tadqiqotlarda C_2S ko'payishi bilan sementning sulfatli suvlarga chidamliligi $Ca(OH)_2$ ning kamayishi hisobiga ortadi deb ko'rsatilgan. Natijada kalsiy gidroalyuminat eriydi va eritma holida kalsiy sulfat bilan birikadi, bundan sementtosh buzilmaydi. C_3S ning miqdori ko'p bo'lsa, sementtosh ichida ancha miqdorda $Ca(OH)_2$ eritmasi hosil bo'ladi. Bunday eritmada kalsiy gidroalyuminat eriy olmaydi va u qattiq holicha qoladi. $C_3A \cdot 6H_2O$ qattiq holida gips bilan reaksiyaga kirishishi natijasida hajman juda kengayib ketadigan kalsiy gidrosulfoalyuminat hosil bo'ladi. Bu esa sementtoshning buzilishiga sabab bo'ladi.

Ba'zi tadqiqotchilarning fikricha, C_3S ko'payishi bilan sementtoshning sulfatli korroziyasiga qarshi chidamliligi ortadi. Biroq bunday hodisa kalsiy gidrosulfoalyuminatning hosil bo'lish jarayoni uchun zarur sharoitlarning yomonlashuvi tufayli emas, balki klinker tarkibida C_3S ning miqdori ko'p bo'lgan sementtosh birmuncha tezroqqotishi va zichlanishi tufayli sodir bo'ladi. Natijada sulfatli suvlarning sementtosh ichiga singib kirishi sekinlashadi va kalsiy

gidrosulfoalyuminat hajman kengayganda uning buzilishiga mexanik qarshiligi ortadi.

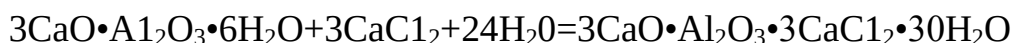
Uch kalsiyli alyuminat miqdorining sementtoshning sulfat korroziyasiga qarshi chidamliligiga ta'siri to'g'risida kuyidagi umumiy fikr bor: C_3A ning miqdori ko'payishi bilan sementning sulfatga chidamliligi kamayadi. Suv tarkibida sulfatlar ko'p bo'lsa sement sulfatga kam chidaydi.

Shunday qilib, ettringit - kalsiy gidrat oksidning konsentratsiyasi kamida 1,08 g/l (CaO ga nisbatan hisoblaganda 0,4...0,46 g/l) atrofida va to'rt hamda uch kalsili gidroalyuminatlar bor bo'lsa hosil bo'ladi. $Ca(OH)_2$ ning bundan kam konsentratsiyalarida ettringit suyuqlikda hosil bo'lib, sement betonning buzilishiga sabab bo'lmaydi. Gidravlik qo'shilmalarning korroziyadan ximoyalovchi ta'siri shu usulga asoslangan.

Sement tarkibida gidravlik qo'shilmalar bo'lsa, u ishqorsizlantirish korroziyasini sekinlashtiradi. $Ca(OH)_2$ ning qo'shilma qumtuproq bilan yomon eriydigan kalsiy gadrosilikat hosil qilishi, shuningdek, gidravlik qo'shilma uch kalsili gidroalyuminat bilan o'zaro ta'sir etib uni kam asosli alyuminatga aylantirishi mumkin. Shu bilan xavfli «*sement batsillasi*» ning hosil bo'lishiga yo'l qo'yilmaydi. Gidravlik qo'shilma tarkibidagi aktiv qumtuproq (kremniy oksid) kalsiy oksidi bilan reaksiyaga kirishib suv muhit konsentratsiyasini, CaO ga nisbatan hisoblaganda, 1,2...1,3 dan 0,06...0,08 g/l gacha pasaytiradi. Shuning uchun konsentratsiyasi 0,5% gacha bo'lgan $CaSO_4$, Na_2SO_4 va $MgSO_3$ eritmalari putssolanli portlandsementdan tayyorlangan betonlar uchun xavfli emas. Bu ulfatlarning tarkibida $NaCl$, $CaCl_2$ va boshqa tuzlarning bo'lishi birinchilarning agressivlik ta'sirini kamaytiradi.

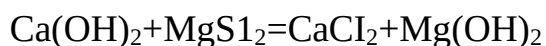
Shunday qilib, Cl^- va SO_4^{2-} ionlari bor tuzlarning eritmalari portlandsementtoshga agressiv ta'sir ko'rsatadi va shu sababli ular suvda (muhitda) ma'lum miqdorda bo'lishi kerak. Ruxsat etiladigan bir ion miqdori, ikkinchi ion miqdoriga bog'liq holda o'zgaradi. Masalai, S^{1-} ionlarining ko'payishi bilan yo'l quyiladigan SO_4^{2-} ionlari ham ko'payadi; xlor ionlari kalsiy oksidning bir qismini yutib,

uch kalsili alyuminat singari erimaydigan birikmaga aylantiradi (kuyidagi reaksiya bo'yicha):



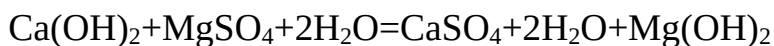
MgSO₄ ning 0,5% konsentratsiyali eritmasi putssolanli portlandsementdan tayyorlangan betonlarni faqat magnezial korroziya hisobiga buza boshlaydi.

Magnezial korroziya. Bunday korroziya MgSO₄ dan tashqari boshqa magniy tuzlarining ta'siridan vujudga keladi:

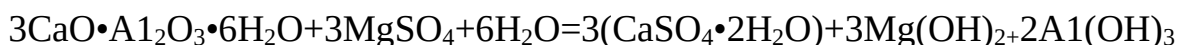


Natijada amorf holidagi magniy gidroksid va filtrlovchi suv bilan osongina yuvilib ketadigan hamda juda yaxshi eriydigan kalsiy xlorid hosil bo'ladi. Mg(OH)₂ suvda juda kam eriydi. U mustahkam Ca(OH)₂ kristallarini qovushmagan yumshoq massaga aylantiradi. Unda bog'lovchilik xossalari ham yo'q. MgCl₂ ta'sirida gidrosilikat va gidroalyuminatlar ham parchalanishi mumkin. MgCl₂ ta'siridagi korroziya suvda bu tuzning konsentratsiyasi 1,5...2% dan oshgan sari kuchayadi. Mg²⁺ ionlarining miqdori suvda 0,5 g/l ga etganda bunday suv agressiv xisoblanmaydi.

Sulfat-magnezial korrozii. Bu turdagi korroziya MgSO₄ eritmasi ta'sirida sodir bo'ladi:



Natijada erigan ohak kamayadi, shu bilan kalsili gidrosilikat va gidroalyuminatlar parchalana boshlaydi. Bog'lovchilik xossalariga ega bo'lmagan amorf modda Mg(OH)₂ eki hosil bo'lgan joyda qoladi, yoki sementtoshdan yuvilib ketadi. Bunda MgSO₄ uch kalsili gidroalyuminat bilan o'zaro ta'sirlashib, uni alyuminiy gidrat oksidgacha parchalaydi:



Avval g'ovaksimon Mg(OH)₂ massasi bilan ikki molekula suvli gipsning hosil bo'lishi sementtosh va betonning butunligini saqlab qolishga juda yomon ta'sir ko'rsatadi. Bunga ikkinchi reaksiyaning ham qo'shilib ketishi jarayonni yanada yomonlashtiradi. MgCl₂ tuzlarda SO₄²⁻ ishtirok etsa va SO₄²⁻ ionlarning miqdori katta

bo'lganda magniy ionlarining ta'siri kuchli bo'ladi. Shuning uchun ham ionlarning ruxsat etiladigan miqdori Mg^{2+} ionlar ko'payishi bilan tegishlicha kamaytiriladi.

Portlandsement asosida ishlanadigan betonlar uchun Mg^{2+} ionlarining suv muhitdagi miqdori, SO_4^{2-} ionlaridan qancha miqdorda borligidan qat'i nazar, 1 litrda 5 g dan ortiq bo'lmasligi lozim.

Tarkibida SO_4^{2-} va Cl^- ionlari bo'lgan tuzli eritmalar ta'siridan sementtosh doim buzilavermaydi. Almashinuv reaksiyalarining dastlabki davrida yoki ko'rsatilgan ionlar miqdori kam bo'lganda, bu reaksiyalar natijasida sementtosh zichlashishi va uning filtrlash qobiliyati bo'shashishi mumkin. Bunda almashinuv reaksiyalarining kam eriydigan mahsulotlari, chunonchi, kalsiy sulfat va magniy gidroksidi ishtirok etadi, ular kovak-g'ovaklarni butunlay berkitib, agressiv suvning sementtoshga singib kirishiga xalaqit beradi.

Hozirgacha ko'rilgan barcha tur korroziyalar kimyoviy yo'l bilan vujudga keladi. Sementtoshda fizik korroziya jarayonlari ham sodir bo'lishi mumkin. Bular sementtosh va beton goh namiqib, goh qurib kichrayishi va shishishi (deformatsiyalarga uchrashi) tufayli va eruvchan tuzlar suvning sement kovaklarida bug'lanishi tufayli to'planib qolishi, shuningdek, suvga to'yinib turgan betonlarning dam muzlab, dam erib ketishi natijasida sodir bo'lishi mumkin. Ayniqsa sementtosh va beton kovaklarida hamda naysimon kapillyarlarida tuzlarning kristallogidratlarga o'tishi natijasida kovak va kapillyar devorlariga katta bosimli kuch bilan ta'sir qiladi.

Betonlar 3 oy davomida 5% konsentratsiyali kuyidagi eruvchan tuzlar: $NaSO_4$, $MgSO_4$, $NaCl$, $CaSO_4$ ning dam shimishi va dam bug'lanishi natijasida vujudga kelgan kristallanish bosimi tegishlicha 0,44, 0,36, 0,27, 0,9 MPa bo'ladi.

Sementtosh va beton mikrokovaklari va kapillyarlarida kimyoviy korroziya tufayli to'plangan tuz ham bo'lishi mumkin-u ikki molekula suvli gips va gidrosulfoalyuminatdir. Buning ta'sirida betonlarning buzilishi yuqorida ko'rib o'tildi. Bunday korroziya O'rta Osiyo va Qozog'iston respublikalarida ko'p uchraydi. Na_2SO_4 , $MgSO_4 \cdot H_2O$ kabi tuzlar sementtosh hamda beton kovaklarida temperatura

va namlikning shunday bir noqulay paytlarida suvsiz, kam suvli gidratli tuzlardan ko'p gidratli tuzlarga o'tib ketadi ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ va boshqalar).

Bunday aylanish jarayoni qattiq fazalar hajmini 1,5...3 marta orttiradi, bu esa beton sirtida o'nlab MPa bosim hosil qilib, kuchli deformatsiyalarni yuzaga keltiradi.

Sementtoshning sovuqqa chidamliligi. Suv bilan sovuq birgalikda navbatma-navbat ta'sir qilganda, beton konstruksiyalar ayniqsa kuchli shikastlanadi. Sementtosh kovaklaridagi suv manfiy, temperaturalarda muzga aylanadi. Suv muzlaganda uning hajmi taxminan 10% kengayadi hosil bo'lgan muz kovakchalar devorlariga kuch bilan ta'sir qiladi va ularni buzadi. Sementtoshning bunday tashqi muhit ta'siriga chidamliligi uning qanchalik mayda tuyilganligi, sement tarkibi, klinkerining mineralogik tarkibi va qorish uchun solingan suv miqdoriga bog'liq.

Bir qator tadqiqotlar natijalariga asoslanib quyidagi xulosaga kelish mumkin: sement ma'lum darajagacha ($500 \dots 600 \text{ m}^2/\text{kg}$) mayda kilib tuyilsa, sementtoshning sovuqqa chidamliligi birmuncha ortadi.. Sementtoshda «klinker zaxirasi» ya'ni reaksiyaga kirishmagan sement donalari bor, bu donalar sementtosh yorilib, yoriqlariga suv kira boshlaganda shu yoriqlarni klinker zaxirasi bilan reaksiyaga kirishgan hosilalar bilan to'ldiradi («o'z-o'zini davolash» jarayoni).

Sementda gidravlik qo'shilmalar miqdori ko'p bo'lsa ham u sement sifatiga salbiy ta'sir qiladi, ya'ni qo'shilmalar xaddan tashqari ko'payib ketsa sementtoshning sovuqqa chidamliligi kamayib ketadi. Sement klinkeri minerallari orasida uch kalsili alyuminat sovuqqa eng chidamsiz hisoblanadi. Qorish uchun quyilgan suv miqdori sementgoshning sovuqqa chidamliligiga katta ta'sir qiladi, agar suv ko'p quyilsa, sementtosh ko'proq qovaklashadi va u shunchalik sovuqqa chidamsiz bo'ladi. Sement va klinker tarkibini maqbul tanlash yo'li bilan betonbop qorishmalarni yaxiqlab zichlash, shuningdek, sirt-aktiv qo'shilmalar qo'shish yordamida sementtoshni sovuqqa yana ham chidamli qilish mumkin.

Sementtosh qotgandan so'ng unda mayda-mayda kovaklar paydo bo'ladi. Bular uning suv singdiruvchanligini kamaytirish bilan birga sovuq temperaturaga salbiy ta'sirchanligini susaytiradi. Bunday mayda kovakchalar muzlab qolgan suv

bosimiga bardosh berib, muzning buzuvchi kuchini qirqadi. Bu esa sementtoshning sovuqqa chidamliligini oshirishga sabab bo'ladi.

Gidrofob qo'shilmalar, masalan, milonaft, sementtosh strukturasi bir jinsliligini oshiradi va kovak hamda kapillyar devorchalarini gidrofoblaydi, shu bilan sementtoshning suv ta'siriga chidamliligini kuchaytiradi. Shunisi ham borki, gidrofillovchi qo'shilmalar (masalan, sulfit-spirt bardisi—SSB) zarur darajada yoyiluvchanlikni saqlagani holda betonbop qorishmalarning suvga talabini ancha pasaytiradi va shu bilan sementtoshning g'ovakligini kamaytiradi. Shu tarzda uning sovuqqa chidamliligi va suv o'tkazmasligi oshadi.

Yuqorida ko'rsatib o'tilgan qo'shilmalar sement umumiy og'irligining 0,1...0,25 protsentini tashkil qiladi. Shuni ta'qidlash zarurki, sementtosh uchun qotayotgan dastlabki davrda muzlash ayniqsa xavflidir, xali unchalik mustahkam bo'lmagan, g'ovak strukturali sementtosh muz bosimiga bardosh berolmaydi. U etarli darajada qotgan bo'lsa, ya'ni marka mustahkamligining 50 protsentiga etganda u muzlashga yaxshi qarshilik ko'rsata oladi. Sement tishlasha boshlamasdan oldin muzlasa, mustahkamlikka zarar etmaydi, chunki u erigandan so'ng qotish jarayonlari qayta tiklanadi.

Yuqori temperaturalarning portlandsementtoshga ta'siri. Nol darajagacha temperaturada (quppyq muhit sharoitida) sementtoshda xech qanday fizik-kimyoviy o'zgarishlar sodir bo'lmaydi. Biroq, ma'lum vaqtgacha ancha yuqori temperatura ta'sir qilib tursa, mustahkamlik o'zgara boshlaydi. Masalan 200°C temperaturada portlandsement asosida ishlangan beton mustahkamligi taxminan 50 % gacha pasayadi va issiqlik manbai olib quyilganidan keyin ham bu mustahkamlik qayta tiklanmaydi. Temperatura ortib borishi bilan beton mustahkamligi yanada pasayadi. Aytaylik, beton 500...550°C temperaturagacha qizdirib namlansa, sementtosh strukturasi buziladi; bu temperaturada $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kalsiy oksid (CaO) va suvga ajraladi, sementtosh namlanganda tosh ichidagi ohak qayta so'nadi va tosh buziladi. Hozirgi vaqtda juda yuqori, masalan 1000...1300°C temperatura ta'siriga ham yaxshi qarshilik ko'rsata oladigan sement yaratish usullari ishlab chikilgan, ulardan turli

issiqlik apparatlarini qoplashda foydalansa bo‘ladi. Mayda tuyilgan shamot, xromit, magnezit va boshqa mineral moddalar qo‘shish bilan portlandsementtoshning yuqori temperaturalarga chidamliligi oshiriladi. Yuqori temperatura sharoitida qo‘shilmalar Ca(O)_2 ni bog‘laydi va shu bilan sementtosh qizdirilgan hamda sovitilganda eʼarur darajada mustahkam va muayyan strukturada bo‘lishiga yordam beradi.

Demak, portlandsement juda qimmatli qurilishbop xossalarga ega, ya’ni u nihoyatda mustahkam bo‘lib, mustahkamligi nisbatan tez o‘sadi, shuningdek, turli noqulay muhit ta’siriga chidamli. Uni olish ham nisbatan arzon. Bu esa portlandsement ishlab chiqarishni yuqori darajada mexanizatsiyalashtirishga imkon beradi.

Industrial qurilishda yig‘ma beton va temir-beton konstruksiyalar tobora ko‘p ishlatilayotgan davrda portlandsement kabi qimmatli bog‘lovchi materialni ko‘plab ishlab chiqarish va ulardan tejamli foydalanish nihoyatda muhimdir.

9-bob Maxsus portlandsementlar.

1-§Portlandsement turlari

Sementning ko'p turlari ma'lum. Ba'zi birlari juda tez qotsa, ba'zilari juda sekin qotadi. Suv inshotlari uchun sementning bir turi ishlatilsa, yo'l qurilish ishlariga ikkinchisi va boshqa binokorlik qorishmalari uchun esa uchunchi turi qo'llaniladi. Sementning bunday xilma-xilligi, uning tarkibidagi turtta mineralning bir-biriga qanday nisbatda bo'lishidadir.

Sement qancha yaxshi tuyilgan bo'lsa, uning sifati shuncha yaxshi bo'ladi, tishlanish qobiliyati shuncha oshadi, chunki zarrachalarning umumiy yuzi qancha katta bo'lsa, modda zarrachalari o'rtasidagi fizik-kimyoviy jarayonlar shuncha to'la va tez o'tadi.

Portlandsement gidravlik bog'lovchi moddalarning bir turidir. Bu bog'lovchi moddalar qatoriga yana qumtuproqli sement, putssolan sement, shlakli sement, mikroto'ldiruvchi sement, kengayuvchi sement kabi gidravlik bog'lovchilar kiradi. Bu bog'lovchi moddalar yana bir qancha ko'rinishlarga ham ega.

Masalan, portlandsement tarkibiga ko'ra: oddiy, alitli, belitli, alyuminatli, alyumoferritli, ferritli; xossasi va ishlatilishiga ko'ra: oddiy, tez qotuvchan, mahsus tez qotuvchan, plastifikatsiyalangan, gidrofob, sulfatli suvlarga chidamli, o'rtacha ekzotermiyali, tamponaj, oq va rangli xillarga bo'linadi.

2-§. Tez qotuvchan portlandsement

Jadallik bilan o'sib borayotgan industrial qurilish talabini to'la qondirish uchun zavodlar oldiga tayyor beton elementlarini ko'plab ishlab chiqarish vazifasi qo'yildi. Bunga esa o'z navbatida portlandsementni juda maydalab tuyish va tarkibidagi aktiv minerallarni kupaytirish yo'li bilan erishiladi. Bunday portlandsement 1-3 kun ichida mustahkamlanishi bilan oddiy portlandsementlardan farq kiladi. Bunday sement ishlatilganda, yig'ma konstruksiya ishlab chiqarish texnologik jarayonining muddati ancha qisqaradi va korxonaning ishlab chiqarish unumdorligi ortadi.

Bir-ikki kun ichida ochiq joyda mustahkamligi etarli darajada ortadigan bog'lovchi modda tez qotuvchan sement deb ataladi. Uning bir kundan keyin siqilishga mustahkamligi 20 MPa bo'lsa, uch kundan keyingisi 30 MPa gacha ko'tariladi. Bunday sement konstruksiyalar yoki buyumlar tayyorlash lozim bo'lsa shuningdek, bug'lash uchun sharoit bo'lmagan joylarda ishlatiladi. Tez qotuvchan sement olish uchun tarkibida 50-60% uch kalsiy silikat (C_3S), 8-14% uch kalsiy alyuminat (C_3A) bilan to'rt kalsiy alyumoferrit (C_4AF) hamda 8% qurilish gipsi qo'shilgan sement klunker ishlatiladi. Qo'shiladigan qurilish gipsi optimal miqdordan oshmasligi kerak, aks holda buyum yoki konstruksiyada darzlar hosil bo'lishi mumkin.

Yuqorida aytilganidek, gips sement tarkibida uning tishlanish qobiliyatini sekinlatibgina qolmasdan, sementning dastlabki qotish davrida uning yanada mustahkamlanib borishga xam aktiv ishtirok kiladi: gips bilan C_3A o'zaro ta'sir etishidan hosil bo'lgan kalsiy gidrosulfoalyuminat sement betonlarning yana ham mustahkamlanishiga yordam beradi. Bu vaqtda eng muhim sharoitlardan biri shuki, kalsiy gidrosulfoalyuminat hosil bo'lish jarayoni sementning birinchi qotish kunlaridayok tugashi mumkin (aks xolda beton emiriladi).

Kalsiy gidrosulfoalyuminatning hosil bo'lish tezligi sementning qanchalik mayda tuyilganligi va gipsning erish darajasiga, erish darajasi esa o'z navbatida uning modifikatsiyasiga bog'liq. Gips qo'shilma sifatida yarim molekula suvli $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$ yoki ikki molekula suvli $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ko'rinishda ishlatiladi. Birinchisining eruvchanligi ikkinchisining nisbatan 5 marta ko'p. Demak, sementga yarim molekula suvli gips qo'shish ko'proq foydali ekan.

Zavod sharoitida ikki molekula suvli gips ishlatish mumkin. Sementni shar tegirmonlarda tuyganda u juda qizib ketadi va shu issiqlik ta'siridan ikki molekula suvli gips suvsizlanib, yarim molekula suvli gipsga aylanadi. Gips qo'shimcha ravishda tuyilgan sementga qo'shilsa, masalan, ikkinchi marta tuyganda (amalda yig'ma temir-beton zavodlarida shunday qilinadi) yarim molekula suvli gips qo'shgan ma'qul.

Biroq sement zavodlarida hamma vaqt tarkibida C_3S va C_3A aralashmasi ko'p bo'lgan sement ishlab chikarib bo'lmaydi, bu xom ashyo sifatiga, yoqilgi va texnologik jarayonni tashkil etishga bog'liq. Sementni juda maydalab tuyish ham iqtisodiy jixatdan foydali emas. Ammo shu bilan birga temir-beton buyumlari zavodlarida, ayniqsa oldindan zo'riqtirilgan temir-beton buyumlar ishlab chiqarish uchun tez qotadigan sement kerak bo'ladi. Bunday sharoitlarda sement vibrotegirmonlarida yana bir marta tuyib olinadi. Yig'ma temir-beton ishlab chiqarishda ishlatiladigan sementlarning hammasi vibrotegirmonlarda tuyilishi mumkin. Shlak portlandsementlarni qayta tuyish ayniqsa yaxshi foyda beradi. Sement vibratsion ustanovkada qayta tuyilsa, dastlabki davrda ham yaxshi mustahkamlana borishi bilan birga, markasi ham ortadi. Masalan, 400 markali sement qayta tuyilsa 600 markali sement hosil bo'ladi.

Sementning tez qotuvchanligi, birinchidan uning mineralogik tarkibiga, ikkinchidan klinkerning maydalanish darajasiga bog'liq. Klinker qanchalik mayda qilib tuyilsa, olingan sement shuncha tez qotuvchan bo'ladi. Shu sababli tez qotuvchan sement olishda uning maydalik darajasini ifodalovchi solishtirma yuzasini $350-450 \text{ m}^2/\text{kg}$ gacha etkazish kerak (oddiy portlandsementning solishtirma yuzasi $250-300 \text{ m}^2/\text{kg}$).

Tez qotuvchan sement olish uchun I.V. Smirnov va B.V. Osin portlandsementga 1,2...2% xlorid kislota (HCl) va 10...15% qaynovchi ohak qo'shib, solishtirma yuzini $400...500 \text{ m}^2/\text{kg}$ ga etkazishni taklif etdilar.

Sement zarrachalari qancha kichik bo'lsa, uning erish va gidratatsiyalanish jarayoni shunchalik tezlashadi. Masalan, sement zarrachalarining qattaligi 10 mkm bo'lsa, bunday sementdan tayyorlangan namunaning uch kundan keyingi mustahkamligi, yirikligi 60 mkm bo'lgan sementnikiga nisbatan 7 marta katta bo'ladi. Sement maydaligining uning mustahkamligiga ta'siri 31-jadvalda berilgan.

Sement maydaligining uning mumtahkamligiga ta'siri

Solishtirma yuzi m^2/kg	Siqilishdagi mustahkamlik, MPa				
	1 kundan keyin	3 kundan keyin	28 kundan keyin	6 oydan keyin	12 oydan keyin
188	8,4	26	53	52	69
210	14,5	28	40	60	72
300	14,7	34	57	61	72
400	21,5	46	59	61	69
500	28	40	54	60	74

Tez qotadigan sementlar metall qoliplarni tez bo'shatishga imkon beradi. Ayrim vaqtlarda esa issiq ishlov berishdan xam ozod qiladi. Maxsus tez qotuvchan portlandsement ham mavjud. U tez qotuvchan portlandsementga nisbatan yana ham jadalroq qotadi. Bunday sement tarkibida kamida 60-65% C_3S va 8% C_3A bo'lgan klinkerni gips ishtirokida o'ta mayda tuyish ($400\text{-}450 \text{ m}^2/\text{kg}$) orqali olinadi. O'lchamlari 30 mkm bo'lgan zarrachalarning umumiy miqdori kamida 50-60% ba'zan 80% gacha bo'lishi kerak. Standartga ko'ra bu sementga mineral qo'shilmalar qo'shilmaydi.

Maxsus tez qotuvchan sementning tishlashish muddatlarini yaxshilash uchun ko'p miqdorda gips qo'shiladi (kamida 4% gacha SO_3 xisoblaganda). Sement tez tishlashib qolmasligi uchun sement tuyish paytida temperaturaning juda ko'tarilib ketishiga yo'l quymaslik kerak.

GOST 310-85 ga ko'ra maxsus tez qotuvchan portlandsementning mustahkamligi 1, 3, 28 sutkadan keyin 30, 40 va 50...60 MPa ni tashkil qilish kerak.

Hozirgi kunda oddiy portlandsement klinkerni sulfoaluminat klinkeri bilan birgalikda tuyish orqali bundan ham tez qotuvchan va yuqori mustahkamlikka ega

bulgan sementlar olinadi. 28 sutkadan so'ng bunday sementlarning markasi 700-800 ni tashkil qiladi.

3-§. Plastifikatsiyalangan va gidrofob portlandsementlar

Klinkerni plastifikatsiyalaydigan yoki gidrofoblovchi qo'shilma bilan birgalikda mayda qilib tuyishdan hosil bo'ladigan gidravlik bog'lovchi moddalar tegishlicha plastifikatsiyalangan yoki gidrofob portlandsement deb ataladi.

Plastifikatsiyalaydigan va gidrofob qo'shilmalar sement og'irligini (quruq moddaga nisbatan xisoblanganda) 0,1-0,25% miqdorda qo'shiladi.

Plastifikatsiyalovchi sirt-aktiv qo'shilmalar sifatida standart talablariga binoan sulfit spirt bardasi (SSB) ning konsentrati xizmat qiladi.

Sement zarrachalarining ustida gidrofil moddalarning adsorbsion pardalari borligi beton qorishmasining bevaqt yopishib qolishiga (koagulyasiyaga) to'sqinlik qiladi, shuningdek, sement zarrachalarining va to'ldirgichlarning qatlam-qatlam bo'lib cho'kishini kamaytiradi hamda qorishmadan suvning ajralib chiqishini kamaytiradi, ya'ni suv, shag'al, qum va sement qorishmasining alohida-alohida qatlamlamlanishiga yo'l qo'ymaydi. Plastifikatsiyalangan sementdan tayyorlangan beton zich, sovuqqa chidamli va kam suv o'tkazuvchan bo'ladi. Bunday sement ishlatilganda 10% gacha bog'lovchi material tejaladi. Plastifikatsiyalangan sement 300, 400, 500, 600 markalarda chiqariladi.

Portlandsement ko'p vaqt ochiq havoda saqlansa, uning markasi kun sayin pasayib boradi, chunki havoda namlik sementdagi minerallar bilan qisman birikadi. Buning uchun sement klinkerini tuyish jarayonida uning 0,1-0,25% miqdorida mahsus gidrofob moddalar qo'shiladi. Bunday qo'shilmalar sifatida quyidagi moddalar ishlatilishi mumkin:

- a) asidol, sement massasidan 0,08...0,12% miqdorida;
- b) asidol-milonaft, sement massasidan 0,08...0,12% miqdorda;
- v) milonaft, sement massasidan 0,1...0,25% miqdorda;

g) olein kislota yoki oksidlangan petrolatum, sement massasidan 0,06...1% miqdorda;

d) oksidlangan petrolatum, sement massasidan 0,3% miqdorda.

Klinkerni tuyish jarayonida gidrofob moddalar sement zarrachasi yuzasini namlanmaydigan parda bilan qoplaydi. Shuning uchun uni uzoq vaqt havoda saqlash mumkin. Bu vaqt ichida uning mustahkamligi boshqa sementlar kabi kamayib ketmaydi. Gidrofob sementdan qorishma tayyorlanganda, qotish vaqtini 1,5-2 minut uzaytirish kerak, chunki sement zarrachalari sirtidagi gidrofob parda qum va shag'alning ishkalanishidan buzilib, suv bilan erkin ravishda birikishi lozim. Shuning uchun gidrofob sement uzoq saqlansa ham o'zining plastiklik xossasini yo'qotmaydi.

Gidrofob portlandsementdan buyum tayyorlaganda uning zichligi yuqori bo'ladi, suv o'tkazuvchanligi kamayadi, sovuqqa chidamliligi esa 800-1000 siklga ortadi (oddiy portlandsement betonning sovuqqa chidamlilik markasi SCH-200-300). Gidrofob portlandsement ham oddiy portlandsement kabi markalarda chiqariladi.

4- § Sulfatga chidamli portlandsement

Bunday sementlarning sulfatli suvlar ta'siriga chidamliligi yuqori bo'ladi. Shunday sement hosil bo'lishi uchun klinker tarkibidagi sulfatli moddalar (masalan CaSO_4) bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadigan minerallar miqdorini kamaytirish zarur. Portlandsement korroziyasining uchinchi turiga muvofiq-«sement batsillalari» suvdagi kalsiy sulfat bilan klinkerdan uch kalsiyli alyuminat ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$) ning o'zaro ta'sir etishidan hosil bo'ladi. Sulfatlar ta'siriga turg'un bo'lgan sement klinkerida uch kalsiyli alyuminat miqdori 5% dan oshmasligi lozim, oddiy sementda esa uning miqdori ba'zan 15% ga etadi.

To'rt kalsiyli alyumoferritning gidrolizi natijasida ham uch kalsiyli gidroalyuminat hosil bo'lishi mumkin. Shunga ko'ra sulfatlar ta'siriga turg'un bo'lgan portlandsementda alyuminatli tarkibiy qismlarning hammasi 22% dan ko'p bo'lmoqligi lozim:



Portlandsementlarda uch kalsiyli silikat ko'p miqdorda bo'lganda sementning suv va sulfat ta'siriga turg'unligi kamayadi. Gidroliz vaqtida undan erkin kalsiy oksid gidrati ajralib chiqadi, bu gidrat juda eruvchan bo'lganligi sababli betondan yuvilib chiqib ketadi. Shunga ko'ra sulfat ta'sirida turg'un portlandsementda uch kalsiyli silikat miqdori standartda ko'rsatilgandek, 50% dan oshmasligi shart.

Oddiy portlandsement ishlab chiqarish texnologiyasi kanday bo'lsa, sulfat ta'siriga turg'un portlandsement ishlab chiqarish texnologiyasi ham xudi shunday. Sulfat ta'siriga turg'un portlandsement ikki markaga bo'linadi: 300 va 400.

Bu portlandsementdan gidrotexnika qurilishlarida, doim namlanish va ko'rish yoki muzlash hamda erish bilan birga sulfatli suvlar ta'siriga uchrab turadigan beton xamda temir-beton konstruksiyalar tayyorlash uchun keng foydalaniladi.

1950 yilgacha O'zbekistondagi sement zavodlari tarkibida alyuminat ko'p bo'lgan (15% gacha) portlandsement ishlab chiqarar edi. Bunday sement sulfatli suvlarga chidamsiz, chunki alyuminat miqdori ko'p bo'lgan portlandsementning sulfatli suvlarda emirilishiga asosiy sabab uchkalisyli gidroalyuminatning suvda erigan gips bilan o'zaro ta'sir etishi Natijasida kalsiy gidrosulfoalyuminat («sement batsillasi») hosil bo'ladi. U sementtosh g'ovaklarida kristallanib, toshni emirib yuborishiga xarakat qiladi. Demak, klinker tarkibida uch kalsiyli alyuminat (S_3A) minerali yo'q bo'lsa, sement sulfatlar ta'siriga bardosh bera oladi. Lekin klinkerda butunlay uch kalsiyli alyuminatning bo'lmasligi ham mumkin emas, chunki bu xolda sementning qotishi nihoyatda sekinlashib ketadi. Shuning uchun sulfatga chidamli portlandsement klinkeri tarkibidagi uch kalsiyli alyuminat miqdori 5% dan oshmasligi lozim.

Sementning suvdagi korroziyasi ko'p jixatdan klinkerda uch kalsiyli silikat (C_3S) miqdoriga bog'liq. Uch kalsiyli silikatning gidrolizi natijasida erkin kalsiy gidroksid hosil bo'ladi. U betondan yuvilib chiqib ketadi yoki sulfat bilan reaksiyaga kirishib gips hosil qiladi. Gips uch kalsiyli alyuminat bilan o'zaro ta'sir etishadi. Shuning uchun sulfatga chidamli portlandsement tarkibida uch kalsiyli silikat ham ko'p bo'lmasligi kerak. Lekin klinker tarkibida juda oz bo'lsa ham sulfatga chidamli

bo'lgan qotayotgan sementda Ca(OH)_2 hosil bo'laveradi. Shuning uchun, yuvilib ketish korroziyasining oldin olish maqsadida sulfatga chidamli portlandsementga 15% gacha gliej qo'shiladi. U Ca(OH)_2 ni yuqorida aytib utilganidek, kam eriydigan kalsiy silikatlariga aylantiradi.

O'zbekiston fanlar akademiyasining muhbir a'zosi, kimyo fanlari doktori, professor I.S. Kansepolskiy rahbarligida bir guruh olimlar sementlarning sifatini yaxshilash borasida olib borgan ishlari natijasida, bu sementlarning sulfat suvlariga chidamliligini yanada oshirish uchun klinker tarkibidagi C_3A minerali miqdorini ancha kamaytirib, to'rt kalsiyli alyumoferrit (C_4AF) mineralining miqdorini oshirish kerakligini aniqladilar. Bunga 2...3% kolchedan quyindisini sement xom ashyosiga kuydirishdan oldin qo'shib erishildi va shu bilan birga sementni kuydirish jarayoni xam tezlashdi. Temir kolchedani katalizator sifatida qo'shilishi maxalliy sementlarning O'rta Osiyo sharoitida, ayniqsa, yangi o'zlashtirilgan joylarning quruq va issiq hamda sovuq iqlim, kuchli shamol va sho'r suvlariga chidamli, kam alyuminatli alyumoferrit portlandsement olish imkonini beradi. Bu sement 1960 yildan Quvasoy, 1965 yildan esa Oxangaron sement zavodlarida ishlab chiqarilmoqda.

O'zbekistonda bunday sement ishlab chiqarishni birinchi bo'lib, texnika fanlar nomzodi S.T. To'xtaxujayev amalga oshirdi. Yuqorida aytilgandek, sulfatli suvlarga chidamli portlandsement tarkibida C_3A miqdori 5% atrofida olinib, bunday sementda C_3S ko'pi bilan 50% ni tashkil qilar edi. Bu sementning dastlabki kunlardagi mustahkamligi (markasi) birmuncha past bo'ladi. Silikati ko'p (C_3S miqdori 50% dan ortiq) sementning sulfatli suvlarga chidamliligini oshirish borasida hozir ham izlanishlar olib borilmoqda.

Ba'zi olimlar yuqori asosli, tarkibida alit moddasi ko'p bo'lgan portlandsementlar qotayotganda zich, mustahkam struktura hosil qilgani uchun ularning ichiga sulfatli suvlarning singib kirishi kamayib, pishiqroq bo'ladi deb hisoblaydilar. Shuning uchun so'nggi yillarda AQSH standartlaridan C_3S uchun kiritilgan chegaralash olib tashlangan.

I.S. Kansepolskiy rahbarligida olib borilgan ko'p yillik tajribalar portlandsement klinkeri tarkibidagi S_3A miqdorini minimumgacha (1...2% gacha) kamaytiriladi va C_3S miqdorini 50% atrofida qoldirib, sementlar asosligini oshirish mumkinligi ko'rsatib berildi. Bu ishlar natijasida sulfatli suvlarga chidamli 400 markali, kam alyuminatli alyumoferrit portlandsement olinadi. Dastlab sulfatli suvlarga chidamli semenlar markasi 300 ga teng edi. SHunday qilib, oldindan belgilangan mineralogik tarkibli sement Quvasoy xom ashyosi bazasida sanoat miqyosida ishlab chiqarilmoqda.

5-§. Oq va rangli portlandsementlar

Oq portlandsement-tarkibida (0,3...0,45% gacha) temir oksid bo'lgan oq klinkerni mayda tuyishdan hosil bo'ladigan gidravlik bog'lovchi modda.

Klinkerni tuyish jarayonida 15% gacha gidravlik yoki 10% gacha inert qo'shilmalar, shuningdek, tishlashish muddatlarini keragicha o'zgartirib turish uchun ko'pi bilan 3% gips qo'shishga ruxsat etiladi. Gips va qo'shilma tuyilgandan so'ng bu sement belgilangan darajada oq bo'lishi kerak.

Portlandsement rangi klinker minerallari tarkibida qanday oksid borligiga qarab har xil bo'ladi. Masalan, kalsiy silikatlar oq, C_3S esa C_2S dan oqroq bo'ladi va xokazo. Ayniqsa uch kalsiyli alyuminat oqligi bilan boshqa sementlardan ajralib turadi. To'rt kalsiyli alyumoferrit tarkibida temir oksidlari borligi tufayli qoraroq bo'ladi. Shu sababli oddiy portlandsement kul rang-yashil bo'ladi. Demak, klinkerda uni bo'yovchi oksidlar, ayniqsa Fe_2O_3 bo'lmasa bunday sement oq rangli bo'ladi.

Shunday qilib, oq portlandsement ishlab chiqarishdan asosiy maqsad, tarkibida temir oksid bo'lmagan yoki juda oz miqdorda bo'lgan xom ashyo ishlatishdan iborat. Bunday klinker tarkibida C_4AF xam deyarli bo'lmaydi. Biroq ma'lum kimyoviy tarkibli xom ashyo ishlatishning o'zi nixoyatda oq portlandsement ishlab chiqarish uchun kifoya qilmaydi. Buyovchi oksidlar sementga yoqilg'i kulidan yoki tuyish jarayonidan tegirmon sharlaridan yoxud tegirmonning po'lat qoplamasidan o'tishi mumkin. Shuning uchun klinkerni pishirish paytida kulsiz suyuq yoki gazsimon yokilg'i ishlatiladi. Klinker pishib bo'lgan zahoti uning oqligi oshiriladi. Buning

uchun klinker qaytarish-muhit ta'siriga uchratiladi. Shunda klinker tarkibidagi Fe_2O_3 ko'rinishidagi temir oksid kamrok bo'yaydigan Fe_3O_4 ga aylanadi va sement yanada oqaradi. Xom ashyo aralashmasi va oq sement klinkeri mahsus qattiq kam yoyiladigan po'lat yoki chinni plitalar qoplangan shar tegirmonlarda maydalanadi.

Oq portlandsement klinkerini plitalar ishlab chiqarish uchun zarur xom ashyo sifatida juda oq bo'lgan materiallar-sof ohaktosh yoki bo'r va seralyuminiy oksidli gillar (kaolinlar) ishlatiladi.

Oq portlandsement oqlik darajasiga karab uch navga bo'linadi. Oliy nav OTS-1, OTS-2 (OTS-oq sement). Turli nav sementning oqlik darajasi kamida quyidagi talablarga mos bo'lishi kerak. 1-nav-76%, 2 nav-72% oddiy portlandsement 40% gacha.

Oqlik darajasi fotometr yordamida aniqlanadi. Standartga ko'ra qaytarish koeffitsienti 96,3% dan kam bo'lmagan bariy sulfat (BaSO_4) oqlik etaloni hisoblanadi. Klinkerdan ko'p miqdorda uch kalsiyli silikat bo'lsa, oq portlandsementdan tayyorlangan buyumlarning sirtida oq dog'lar yoki sho'ra hosil bo'lishi mumkin. C_3S ning gidrolizi vaqtida ohak ajralib chiqishi sababli bu xol yuz beradi. Bunga yo'l qo'ymaslik uchun oq portlandsement, albatta, ohakni kam eriydigan kalsiy gidrosilikatga aylantirish uchun 5...10% juda aktiv gidravlik qo'shimcha qo'shiladi.

Klinker tarkibida ko'p miqdorda C_3S va C_3A bo'lgani uchun oq sement tez mustahkamlana boradi, hamda ko'proq kirishish xossasiga ega bo'ladi. Bu sement 400 va 500 markalarda ishlab chiqariladi.

Oq portlandsement klinkeriga gips, diatomit (mramor yoki bo'r) va mineral pigmentlar (suvda va organik eritmalarda erimaydigan mayda tuyilgan rangli kukunlar pigmentlar deb ataladi) birga qo'shib tortish yo'li bilan rangli sementlar olinadi. Jumladan, qo'shilmalar sifatida oxra (sariq yoki qizil tusli mineral buyoq), temir, surik (qizil yoki qizg'ish-jigar rang beruvchi mineral), marganets rudasi (jigar rang), ultramarin (havo rang) va shu kabilar qo'shish mumkin. Oq va rangli sementlar suniy marmar tayyorlashda ham ishlatiladi.

Rangli sementlar yana quyidagi yo‘l bilan ham olinadi. Bo‘yovchi oksidlar (xrom, marganets, kobalt, nikel, mis oksidlar) xom ashyo aralashmasiga aralashtirib yashil, havo rang, qora, jigar rang, sariq va boshqa turdagi rangdor klinkerlar olinadi. Mineral strukturasiga turli oksidlarning birikishi tufayli olingan rangli klinker tortilib yaltiroq, tekis va turg‘un rangga ega bo‘lgan sement olinadi.

Pardozlash materiallari o‘zlarining tabiati va texnikaviy xossalariga ko‘ra konstruktiv betonga yaqin tursa xam yig‘ma o‘y-joy qurilishlaridagi pardozlash ishlarini mexanizatsiyalashga qulay imkon yaratadi. Ular bir xil tipdagi texnologik jarayonlar va asbob-uskunalarni ishlatish hamda uzoq muddatga chidamli rangli konstruksiyalar olish imkonini beradi. Shu jixatdan oq va rangli portlandsementlarni eng yuqori unumli pardozlash materiallaridan biri deb xisoblash mumkin. Chunki bu oddiy portlandsementning ko‘rinishlaridan biri bo‘lib, oq va turli ranglarni o‘zida mujassamlashtirgan va yuqori darajadagi mustahkamlikka ega bo‘lgan sementdir.

6- §. Tamponaj sementlar.

Hozirgi kunda yuzlab va minglab neft hamda gaz quduqlari qovlanmokda. Ko‘pincha bu quduqlarning chuqurligi bir necha ming metrga etadi. Quduqni o‘rab olgan aylanasi bo‘shlik devorlarining ba’zi qismi suv qatlami yoki bo‘sh g‘ovakli jinslar, hatto g‘orlardan iborat bo‘ladi. Bu esa neft va gaz ishlab chiqarishni qiyinlashtiradi. Chunki gaz va neft shu g‘ovak va g‘or orkali katta masofalarga yoyilib ketishi mumkin. Shuning uchun bu bo‘shlik, ya’ni quvur orqasi bilan quruq ichki devorlari o‘rtasida suv va gaz o‘tkazmaydigan massa bilan to‘ldiriladi, ya’ni tamponlanadi (gaz mustahkam berkitilgan po‘lat quvurlar yordamida osonlikcha chiqarib olinadi). Shuning uchun har bir gaz neft quduqlarini razvedka va ekspluatatsiya hamda kapital remont qilishda portlandsement turlaridan biri bo‘lgan tamponaj sementlari ishlatiladi.

Bu quduqlarni sementlashdan maqsad suvli yoki boshqa qatlamlardan neft va gaz mahsulotlarini ajratib olishdir. Murakkab burg‘ulash jarayonida sementlash ishlari juda ma’suliyatli vazifadir. Sifatli o‘tkazilgan sementlash ishlari ko‘pincha quduqlar ekspluatatsiyasini yaxshilaydi.

Hisoblangan chuqurlikka tushirilgan va tegishlicha osib qo'yilgan po'lat quvurlar kolonkasi orqali sementlashdan oldin quduqlarni yuvish uchun suyuq loy atalasi yuboriladi. Quduq yuvib bo'lingandan so'ng kolonnaga usti shisha plastinka bilan qoplangan, markazida teshigi bo'lgan pastki tiqin tushiriladi. Tiqin quvur devorlariga zich taqalgan holda joylashadi.

So'ngra kolonnaga tushirilgan tiqin ustiga tezlik bilan sementlovchi agregatlar yordamida oldindan hisoblangan hajmda sement qorishmasi yuboriladi va u erga yuqorigi berk (teshiksiz) tiqin tushiriladi. Natijada pastki va yuqorigi tiqinlar orasida qolgan suyuq sement qorishmasi pastga qarab harakat qila boshlaydi. Pastki tiqin obsadkali quvurlarda oldindan o'rnatilgan tiralish halqasiga borib etganda bir oz bosim ortadi va pastki tiqin shishasi ezilib sinadi, hosil bo'lgan teshik orqali sement qorishmasi zaboy va quvur orqasidagi halqasimon bo'shliqqa o'tayotganda burg'ulashdan qolgan loy o'z navbatida sindirilib surilib bo'shliqqa o'tib ketadi.

Yuqorigi tiqin pastki tiqin ustiga kelib utirganda suyuq loy atalasi berish to'htatiladi, buni quduq oldiga o'rnatilgan monometrdagi bosimning keskin ortishidan bilsa bo'ladi. Quvur orqasidagi bo'shliqqa o'tayotgan sement qorishmasining ko'tarilishi ma'lum tezlik (kamida 1,5m/s) bilan ketishi kerak. Buning ahamiyati kattadir. Bu esa quduq devorlarini loy pustlogidan yaxshilab tozalash va chidamliroq sement halqasini hosil qilishni ta'minlaydi.

Sementlash davrida sement qorishmasining xajmi va kolonnaga itarib yuboriladigan suyuqlik miqdori aniq kuzatilib turiladi. Sement ekzotermiyasi bu bosimning o'sishi sabab bo'ladi.

Sement qorishmasining quvur orqasidagi bo'shliqda qanchalik ko'tarilgani aniqlangach, sement butunlay qotib olishi uchun quduq taxminan 18, ba'zan 48 soat davomida tinch qoldiriladi. Quduq devorlari va obsadka quvurning tashqi diametri o'rtasidagi sement qorishmasi bilan to'ldirilgan oraliq taxminan 15...50 m ga teng. Sement qorishmasining belgilangan qotish davri tugashi bilan obsadka kolonnasining germetikligi sinaladi. Bu xolda bosimni xar 30 minutda 0,5 MPa gacha kamaytirishga ruhsat etiladi. Bu ishlar tugagandan so'ng va sement zarur mustahkamlikka ega

bo'lgan maxsulotlarning neft va gaz qatlami ochiladi. Teshik ochish zaboydagi sementtoshni yana burgulash yoki urib tushurish orqali amalga oshiriladi. Bu teshikdan quduq ichiga neft yoki gaz otilib chiqib boshlaydi.

Quvur devorlari va unga yondoshgan sementtosh poroxli yoki torpeda perforator yordamida teshiladi. Perforatsiya natijasida sementtoshda teshik hosil bo'ladi, bu teshik orqali kollonaga neft (yoki gaz) katlamining bosimidan past bosimda, quduq dagi suyuqlik yuzasi pasaygandan so'ng neft (yoki gaz) kira boshlaydi.

Quduqlardagi tamponaj sementlarning mahsus sharoitlardagi hizmati nimadan iboratligini ko'rib o'tamiz. Quduqni ko'rish va uning xolatini aniq tekshirib turish butunlay mumkin emas. Neft va gaz quduqlarining chuqurligi ortib borishi bilan ularda temperatura va bosim ham orta boshlaydi. Bu esa albatta sementtosh jarayoniga va hosil bo'ladigan sementtoshning sifatiga ta'sir ko'rsatadi. Suv, gaz va neftlar siqishining ortishi ham quduqlardagi bosimni orttirishga harakat qiladi. Bu esa yuqori temperaturada sement qorishmasining tishlashish muddati va sementtoshning shakllanishiga ta'sir qiladi. Quduqlardagi sementtoshning qotish sharoiti juda murakkab. Jins qatlamlari turli g'ovak, yorik va kavaklikka ega.

Sinish vaqtidagi yuvadigan suyuqlik ustini hosil qilgan ortiqcha gidrostatik bosim qatlam jinslarida tabiiy yoriqlarni ko'paytirishi va quduqlarni sementlaydigan loyni, so'ngra sement qorishmasini yo'qolib ketishiga sabab bo'lishi mumkin. Qatlamlarning gidravlik uzilishi deb ataladigan holatlari ham bo'lib, qatlam suvlarining yuqoridan pastki suv boshqa gorizontlariga oqib o'tishi kuzatiladi. Ko'pincha g'ovakli qatlam jinslarining suvni yutib olish xususiyati tufayli sement qorishmasining suvsizlanishi sodir bo'ladi.

Bir qancha konlarning qatlam suvlari turli tuzlarning yuqori konsentratsiyasiga ega. Misol uchun O'zbekiston, Turkmaniston va Volga bo'yi rayonlari konlarining qatlam suvlarida xlorakaliy, xlor magniy, sulfat natriy shuningdek, sulfatli tuzlar uchraydi. Bu tuzlar ayniqsa yuqori bosim va temperatura sharoitida sezilarli darajada sementtoshni emirishi mumkin. Buning ustiga sement halkasining suv

o'tkazuvchanligini ham nazarga olish kerak. Gaz quduqlarining ishlash sharoitlari yana ham murakkab, chunki sementlash ishlari tugagandan so'ng qatlamdan quduq ichiga qarab gaz diffuziyalanishi, ya'ni gazning otilib chiqishi va fontanlanishi mumkin. Quvur orqasidagi bo'shlikka itarilib so'rilib kirayotgan sement qorishmasiga loy atalasi aralashsa bu xol sementtoshning qotishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Qududagi sementtosh mustahkamligiga perforatsiya jarayoni salbiy ta'sir ko'rsatib, uning mustahkamligini ko'p faktorlariga va ayniqsa, perforatsiya turiga (o'qli va torpedali) bog'liq holda kamaytiradi. Portlandsement qorishmasi yordamida neft qatlamlarini suvli katlamlardan ajratib turish uchun osadka quvurlarini mustahkamlash bo'yicha birinchi tajribalar 1907-1908 yillarda o'tkazilgan. Ular unchalik chuqur bo'lmagan quduqlarda ijobiy natija berib, u vaqtdagi portlandsement nisbatan sekin tishlanish muddati, past mustahkamlik va dag'al tuyilish kabi xossalari bilan xarakterlanar edi. Shuning uchun sementtosh kerakli mustahkamlikni to'plab olguncha kutish zarur bo'lgan.

Shuning uchun sementning qotish jarayonlarini tezlatish zarurati tug'iladi. Bunga esa sementni maydalab tuyish hisobiga erishilar edi, chunki kerakli kimyoviy va mineralogik tarkibi sementni hosil qilish uchun zarur ma'lumot beruvchi bog'lovchi materiallar kimyosi to'g'risidagi fan hali unchalik rivojlanmagan edi. Ko'p yillik ilmiy-tadqiqot ishlari va neft konlarini ekspluatatsiya qilishda to'plangan tajribalar sifatli sement olish zarur bo'lgan eng muhim talablarni aniqlashga imkon beradi. Ular asosan quyidagilardan iborat: Qovur kollonasiga sement qorishmasini tezlik bilan bosim ostida haydab kirgizish uchun u etarli darajada okuvchan bo'lishi lozim, so'ngra esa quvur orqasidagi bo'shlikka itarilib o'tishi kerak. Sementlash ishlari ketayotgan ma'lum vaqtgacha qorishma oquvchanligini yo'qotmay turishi lozim. Bunga suv sement nisbati 0,4...0,5 ga tenglashganda erishiladi. Qudug temperaturasiga qarab sementning tishlashish muddatlari o'zgarib turadi.

Tamponaj sementlari birinchi ikki sutka davomida kerakli qotish mustahkamligiga erishish kerak. Qisqa vaqt ichida sement qorishmasining erishgan

mustahkamligi quduq stvolidagi kolonnani maxkam biriktirilib va natijada qayta burg'ulash hamda perforatsiya davrida va singdiruvchan jinslardan barqaror ravishda himoya qilinishni ta'minlash lozim. Sanab o'tilgan barcha talablarni qanoatlantirish uchun sementtoshning siqilishga bo'lgan mustahkamligini qanchaga teng bo'lishi kerakligi murakkab masaladir. Mustahkamlik qiymati 2...3 ga teng zapas koefitsienti bilan birga kamida 3,5 MPa bo'lishi kerak deb taxmin qilindi.

Sement qorishmasining qovushqoqligi juda muxim ko'rsatkich bo'lib, sementning oquvchanligini xarakterlaydi. Bu esa ko'rsatkich sementdan yaxshi oquvchan qorishma olishni va ma'lum chuqurlikdagi tegishli temperatura va bosimda qorishmani quvurga yuborishga hamda quvur orqasidagi bo'shlikka itarib kiritishga imkon beradigan vaqt ichida qo'zg'aluvchan bo'lib turishini ta'minlash kerak. Quduqqa sement qorishmasi yuborilgach, qisqa vaqt ichida, u tegishli mustahkamlikka erishishi va shu quduqda uni uzoq vaqt davomida saqlab qolish kerak.

Sementtosh agressiv qatlam suvlariga nisbatan turg'un bulishi va maxsuldor neft qatlamlarini qatlam suvlaridan hamda ko'p miqdoridagi turli tuzlar, ko'pincha esa oltingugurt vodorodi bor emiruvchi suyuqliklarning obsadka kolonnasiga singib kirishidan saqlashini ta'minlovchi, ya'ni suv singdirmaydigan bo'lishi kerak. Dastlabki qotish davrida sementtosh etarlicha plastik bo'lishi kerak. Chunki quduqlarni perforatsiya qilayotganda unda yoriqlar hosil bo'lmasligi va shu bilan birga, yuqori temperatura va bosim sharoitida uzoq vaqtga chidashi lozim.

Sement qorishmasining suv beruvchanligini albatta e'tiborda tutish kerak. Chunki sement qorishmasidan quduqda uchraydigan shimuvchan (singdiruvchan) jins qatlamlari suvni shimib olish xavfi bor. Bu esa suv-sement nisbatini sezilarli darajada pasaytirib yuboradi, sementning qovushoqligi va tishlashish muddatlariga ta'sir ko'rsatadi. Bundan tashqari ayniqsa, gaz quduqlarida sementtoshning gaz o'tkazuvchanligi muhim ahamiyatga ega. Sementning turli sharoitlarda ishlatilishi unga qo'yiladigan talablarning hammasiga, to'la javob bera olmaydi. Sement sanoati asosan ikki xil tamponaj sementi ishlab chiqaradi. Uning bir turi «sovuq» quduqlarga,

ikkinchi turi esa «issiq» quduqlar uchun mo'ljallangan. Bulardan tashqari, boshqa maxsus tamponaj sementlar ishlab chiqarish usullari ham o'zlashtirilmoqda.

«Sovuq» va «issiq» quduqlar uchun mo'ljallangan sementlarga qo'yiladigan talablar juda jiddiy. Tamponaj sementlar ishlab chiqarish bir muncha qiyinchiliklar bilan ham bog'liq. «Sovuq» quduqlar uchun mo'ljallangan tamponaj sementlarda C_3S va S_3A minerallarining yig'indisi 60% ga teng, u portlandsementni o'ta mayda tuyish (solishtirma sirti 300-350 m²/kg ga tenglanguncha) orqali olinadi. Undagi gips miqdori 3%, «issiq» quduqlar uchun mo'ljallangan tamponaj sementning tishlashish muddatini sekinlatish uchun unga kam alyuminatli portlandsement qo'shiladi. Bunday sement taxminan 75⁰C temperatura issiqlikda ishlatiladi.

Turli murakkab sharoitlardagi neft va gaz quduqlarini burgalashda bu standart sementlar doim sifatli sementlash ishlarini olib borishga imkon beravermaydi. Bunday sharoitdagi quduqlarni sementlash uchun yuvuvchi loy atalasining solishtirma og'irligidan sement qorishmasining solishtirma og'irligini ortiqroq bo'lishini ta'minlash kerak. Boshqa sharoitlarda esa aksincha, sement qorishmasini juda kam katta balandlikka ko'tarish uchun uning solishtirma og'irligi kam bo'lishi lozim. Yuqorida aytib o'tilganidek, tamponaj ishlari olib borilayotgan quduqlarning chuqurligiga qarab, uning temperaturasi o'zgarib boradi: «sovuq» quduq deb ataluvchi quduqlarda temperatura 40⁰C dan oshmaydi. Chuqur quduqlarda (2500m) tamponaj ishlarini yuqori temperatura (90⁰C gacha) va juda ham chuqur (4500 m ortiq) quduqlarda 100⁰C dan ortiq temperaturada olib borish kerak. Bunday temperaturada olib borilayotgan tamponaj ishlarida turli sementlarni ishlatishga to'g'ri keladi. Yoriq jinslardan o'tuvchi quduqlar uchun tolali (asbest qo'shimchali) devorlaridan gaz chiqadigan quduqlar uchun kengayuvchi, chuqurligi 5...7km bo'lgan issiq quduqlar uchun (bu erda temperatura 200...300⁰C ga, bosim bir necha o'n MPa ga etadi) tishlashish muddatlari sekinlashtirilgan og'ir va engil tamponaj sementlar ishlatiladi.

Quduqlarda temperaturaning yana ham ko'tarilishi natijasida sement tarkibidagi minerallar suv bilan reaksiyaga tez kirishadi va uning tishlashish muddati

qisqaradi hamda sementning mustahkamligi ortadi. Shunday maxsus sharoitlarda sementlarni ishlatish uchun maxsus sementlar ishlab chiqarilgan, ularning effektivligi tajribada sinalgan, ammo ular maxsus buyurtma asosida kam miqdorda ishlab chiqariladi. Hozirgi kunda turli chuqurlikda bo'lgan gaz va neft quduqlari uchun yiliga birnecha 100 ming tonna tamponaj sementlari Quvasoy sement kombinatida ishlab chiqarilmoqda.

O'zbekiston Fanlar Akademiyasining akademigi K.S. Axmedov va texnika fanlar doktori U.D. Mamajanov rahbarligida oddiy tamponaj sementlarni ularga turli tuzlar va ularning aralashmasi hamda yuqori molekulyar polimerlar qo'shib juda chuqur bo'lgan O'rta Osiyo gaz quduqlarida ishlatish mumkinligini asoslab berdilar. Natijada sementlar xossasi ma'lum darajada o'zgaradi Maxsus tamponaj sementlar turlarini har xil sanoat chiqindilari asosida ko'paytirish, ularning qotish nazariyasini rivojlantirish kabi ilmiy ishlar respublikamiz mustaqil bo'lgandan keyin kun sayin rivojlanmoqda.

7- § Putssolanli portlandsementlar.

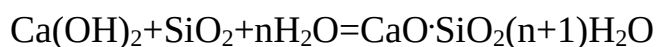
Aktiv mineral moddalar mayda qilib tuyilgan tog' jinslari yoki sanoat chiqindilaridan iborat bo'lib, ular tarkibida Ca(OH)_2 bo'lgan moddalar bilan birga qo'shib aralashtirilsa suvda qotadigan bo'lib qoladi. Bu qo'shimchalar asosan aktiv shakldagi ya'ni oddiy sharoitda ohak bilan o'zaro ta'sir etishadigan qumtuproq va giltuproqlardan tarkib topgan, ularning o'zaro ta'sir etishuvi natijasida gidrosilikatlar va gidroalyuminatlar, ya'ni suvga chidamli bog'lovchi moddalar hosil bo'ladi.

Sementga qo'shilgan tabiiy gidravlik moddalar tarkibiga vulqon kullari, tuflar, trasslar, pemza, diatomitlar, trepel va opokalar kiradi; su'niy qo'shimchalar sifatida esa yoqilg'i kuli va yoqilg'i shlaki, domna pechlaridan chiqqan donador shlak, kuydirilgan gil va shu kabilar ishlatiladi.

Kalsiy gidrat oksid Ca(OH)_2 portlandsement qotayotgan vaqtda ajralib chiqadi. Portlandsement gidravlik qo'shimchalar aralashtirilganda esa qo'shimchaning turiga qarab, putssolan portlandsement yoki shlakli portlandsement hosil bo'ladi.

Portlandsement klinkerini tabiiy aktiv mineral moddalar bilan birga maydalab tuyib hosil bo'lgan gidravlik bog'lovchi moddalar *putssolan portlandsement* deb ataladi. Sementning xossalari va sementning sifatiga ko'yiladigan talablarga qarab qo'shimchaning miqdori belgilanadi va u odatda, 20...40% atrofida bo'ladi. Shlakli portlandsement ishlab chiqarishda sementga qo'shiladigan aktiv mineral modda sifatida domna pechlaridan chiqqan donador shlak ishlatiladi: sementga shlak 30...60% (odatda 40...50%) atrofida qo'shiladi.

Putssolan portlandsement va shlakli portlandsement qotgan vaqtda aktiv mineral moddalardagi qumtuproq klinkerdan ajralib chiqqan ohak bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadi, natijada kalsiy gidrosilikatning qiyin eriydigan birikmasi hosil bo'ladi:



Demak, aktiv mineral modda qo'shilgan portlandsement qotgandan so'ng unda erkin kalsiy gidrat oksid (ohak) miqdori juda kamayib ketadi, shu tufayli portlandsementning chuchuk va minerallashgan suvlarga turg'unligi ortadi. Bu sementlarning maydaligi va tishlashish muddati portlandsementnikidan farq qilmaydi, lekin ularning qotish tezligi portlandsementli betondan kam. Dastlabki kunlarda bu sementlarning qotishi sekinlik bilan borishiga qaramasdan 28 kun ichida betonning mustahkamligi portlandsement mustahkamligiga etadi.

Buyumlarga issiq bug' bilan ta'sir etilganda bu sementlar betonning tez qotishini ta'minlaydi. Putssolan sement bilan shlakli portlandsementning markalari portlandsementning markasiga o'xshash: 300, 400 va 500. Bu tur portlandsementlar oddiy portlandsementga nisbatan kamroq issiqlik chiqaradi, chunki ularning tarkibida gidratlanish vaqtida issiqlik chiqaradigan klinker oz miqdorda bo'ladi. Bu portlandsementlar kam issiqlik chiqargani uchun ularni massiv beton konstruksiyalarga betonning yorilishidan xavfsiramay, bimalol ishlatish mumkin.

Putssolan bilan shlakli portlandsement tarkibida erkin ohak bo'lmaganligi sababli ularning chuchuk suv ta'siriga chidamliligi yuqori. Bundan tashqari, sementga qo'shilgan mineral moddalardagi qumtuproq uch kalsiyli alyuminat bilan

reaksiyaga kirishib, uni ikki kalsiyli alyuminatga aylantiradi. $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ning miqdori kamaytirilsa, putssolan portlansementning sulfatli suv ta'siriga turg'unligi ortadi, chunki bunda, «*sement batsillalari*» ning hosil bo'lish ehtimoli kamayadi. Putssolan portlandsementlarning korroziyasi haqida yuqorida gapirib o'tilgan. SHuning uchun bu haqda batafsil to'xtamaymiz. Ammo bunday sementlarning mahalliy sharoitga qarab boshqa turlari ham ishlab chiqarilgan. Bularga *gliej* va *glinit portlandsementlar* misol bo'ladi.

Ma'lumki, sizot suvlarga chidamli sement olish uchun maxsus sulfatga chidamli portlandsement yoki oddiy portlandsement tarkibiga aktiv mineral qo'shilma qo'shish kerak edi. Birinchisi O'rta Osiyo sharoitida oson hal qilinsa, ikkinchisini amalga oshirish ancha qiyin. Chunki O'rta Osiyoda tabiiy cho'kma va vulqonlar natijasida hosil bo'lgan mineral qo'shilmalar yuq. O'rta Osiyo sharoitida paxtachilikning tezlik bilan rivojlanishi va bu bilan bog'liq bo'lgan gidrotexnik inshootlarni qurish ishlarining kengayishi chuchuk va tuzli sizot suvlarga chidamli sementlarni maxalliy xom ashyolardan yaratish masalasini ilgari surdi.

Portlandsement o'zining yuqori bog'lovchilik-xususiyatlariga qaramasdan tuzli sizot suvlarga chidamsizdir. Chunki qotib qolgan portlandsementtoshda singib kirgan sulfatli suvlar hosil qilgan. batsilla (kalsiy gidrosulfoalyuminat) darzlar va yoriqlar paydo qiladi va uni emira boshlaydi. Kam sementli qorishmalarda esa gips kristallari ko'proq (batsillaga nisbatan) hosil bo'ladi. Natijada hosil bo'lgan katta hajmli kristall birikmalar sementtoshda ichki kengayuvchi kuchlanishlar vujudga keltirib inshootni buzib yuboradi. Demak, sementtoshning kengayishi, batsilla yoki gips kristallari hisobiga bo'lar ekan. Odatda, bu birikmalar betonning emirilishiga sababchi bo'ladi. SHuning uchun sement ishlab chiqarishda O'rta Osiyoning sho'r er osti va sizot suvlariga, sho'r tuproqlariga chidamli sement yaratishga katta ahamiyat berish muhimdir. Bu suvlar tarkibi odatda natriy, kalsiy va magniy sulfat hamda xlorli tuzlardan iborat.

O'zbek olimlarining izlanishlari natijasida bunday suvlarga chidamli putssolan sementlar ishlab chiqarish o'zil-kesil hal qilingan. Bu sementlarni tayyorlash

jarayonida odatdagi portlandsement klinkeriga trass, trepel va shunga o'xshash boshqa tabiiy putssolan qo'shilmalar qo'shish kerak edi, ammo mamlakatimizning hamma joyida bu qo'shilmalar bir tekis tarqalmaganligi uchun hamma erda topiladigan va umumiy bo'la oladigan qo'shilma topish ustida izlanishlar qizib ketdi. Sun'iy putssolanli qo'shilmalar birmuncha keng tarqalgap bo'lib, bularga kaolinli va boshqa gilsimon tuproqlar kiradi. Sun'iy putssolanli qo'shilmalarning xossalari yaxshi o'rganilmagan.

Giltuproq-portlandsement ishlab chiqarishda uning tarkibiy qismi bo'lgani uchun u hamma sement zavodlarida bor. Shuning uchun kuydirilgan tuproqdan putssolan qo'shilma sifatida foydalanish mumkin bo'lgan. O'zbekistonda kaolin tuprog'ining katta zapasi bor. «VNIITsement»da (Rossiya) olib borilgan tadqiqotlar natijasida kuydirilgan kaolinli tuproqdan tayyorlangan putssolan sementlar tuzli (sho'r) suvlarga chidamsiz ekanligini aniqlandi. Bu kutilmagan xol edi.

1937 yilda sobiq SSSR Fanlar Akademiyasining betonlar korroziyasi bo'yicha butunittifoq yig'ilishida «Mineral suvli erlarga mo'ljallangan inshootlar uchun tayyorlanadigan portlandsementlar (glinitdan tashqari) yaxshi o'rganilgan, ular sinalgan gidravlik qo'shilmalar asosida tayyorlanishi lozim» degan qaror qabul qilindi.

O'rta Osiyoga putssolan sementlari juda zarur, chunki bir qator rayonlarning er osti suvlari juda ham minerallangan bo'lib, ko'pchilik rayonlarda portlandsementdan gidrotexnik inshootlar va sanoat korxonalarini qurish man etilgan. Putssolan sementlar ishlab chiqarishda kuydirilgan kaolinitli tuproq faqat birgina real mahalliy qo'shilma hisoblanar edi.

Bu masalaning muhimligini nazarda tutgan holda O'zbekistonda professor I.S. Kansepolskiy tabiiy kuydirilgan kaolinitli tuproq va portlandsement asosida chuchuk va sho'r suvlarga chidamli sement olish ustida uzoq, vaqt (1931 yildan boshlab) ilmiy ishlar olib bordi. Shunday qilib bu maksadlar uchun foydalaniladigan tabiiy kuygan tuproq-gliejlardan putssolan qo'shilmasi olish mumkinligi dunyoda birinchi bo'lib isbotlandi. O'rta Osiyoda ko'mir konlariniig yonishi natijasida hosil bo'lgan bu

tuproqlarning juda katta konlari bor. Bu tuproqqa geolog Sibushev tomonidan qisqacha gliej (glina estestvenno jjennaya) nomi berildi.

Gliej portlandsement-portlandsement klinkeri va gliejni mayda tuyish bilan hosil qilinadi. Gliej portlandsementda gidravlik qo'shilma (gliej) miqdori tayyor mahsulot massasining kamida 30% ini tashkil etishi lozim. Tishlashish muddatlarini keragicha o'zgartirib turish uchun sementni tuyish jarayonida ko'pi bilan 3% gacha gips qo'shish kerak.

Gliej tarkibi asosan kremniy oksid va oz miqdorda alyuminiy oksid (shuningdek, boshqa oksidlar) dan iborat. Kremniy va alyuminiy oksidning bir qismi amorf holda bo'lib, ohakka nisbatan juda uchdir. Gliej ohak bilan o'zaro ta'sir etganda kalsiy gidrosilikatlar hosil bo'ladi. Ular suvda eruvchan ohakni suvda amalda erimaydigan gidrosilikatlarga aylantiradi. Natijada aralashma qotayotganda erkin ohak ajratib chiqadigan bog'lovchi modda portlandsementni suvga chidamli qilib qo'yadi.

Bunday qo'shilmalarni ishlatish katta iqtisodiy foyda ham beradi. Portlandsementning tannarxi uning eng muxim va qimmatli tashkil etuvchisi klinker o'rniga qisman arzon tabiiy gliejlar ishlatish hisobiga arzonlashadi. Gliej unchalik mustahkam bo'lmagan, oson maydalanib ketadigan, g'ovak materialdir. Bu esa zarrachalarning sirti katta ekanligini ko'rsatadi. Qisman shu sababli qo'shilmalar yuqori reaksiyaga kirishish qobiliyatiga ega. Gliejlarning aktivligi zarrachalar o'lchamiga, kuyish temperaturasiga bog'liq bo'lib, zarrachalar yiriklashgan va temperatura ortgan sari ularning aktivligi ham pasayib boradi. Mustahkamlik esa kuydirish temperaturasi ko'tarilishi bilan ortadi.

Qo'shilmalarning ancha g'ovakliligi, sirt-yuzasining yuqori aktivligi va gidrofilligi ularning suvga ta'sirini ham belgilab beradi. Ular, suvga tegishi bilan unga (suvga) tuyinib qoladi. Qo'shilmalar tabiiy qish sharoitlarida ko'pincha ancha nam bo'ladi. Shu sababli putssolan sementlarni bog'lovchilar bilan birga tuyishdan oldin bir marta quritib olish zarur. Nam qo'shilmalar aralashgan sement uzoq, saqlanganda sementlarning aktivligi keskin susayib ketadi. Adsorbsiya yo'li bilan

qo'shilmaning havodan yutgan nemi bog'lovchi modda bilan o'zaro kimyoviy ta'sir etishadi, bu esa uning barvaqt gidrotatsiyalanishiga olib keladi va shu bilan sement aktivligi susayadi. Qo'shilmalarning ana shu xossasini nazarga olib, putssolan sementlarni saqlash uchun ularga tegishli sharoitlar yaratiladi. Klinker, turiga qarab (gliejlardan) ikki xil putssolan portlandsement ishlab chiqariladi: oddiy portlandsement klinkeridai foydalanib ishlab chiqariladigan gliej portlandsement; sulfatli suvlarga chidamli portlandsement klinkeri asosida ishlab chiqariladigan sulfatga chidamli gliej portlandsement. Gliej portlandsementlarning ikkisi ham bir xil texnologiya bo'yicha ishlab chiqariladi, ular bilan birga ishlatiladigan qo'shilmalarga bo'lgan talab ham bir xil. Gliej portlandsement quyidagi texnologik sxema bo'yicha ishlab chiqariladi.

Yuqorida aytilganidek, gidravlik qo'shilma (gliej)ning g'ovakliligi yuqori va odatda qish fasllarida nam bo'lgani uchun namligini ko'pi bilan 2% gacha quritish kerak. Quritish uchun quritgich barabanlar ishlatiladi. Barabanlarga gliej 10...15 mm gacha o'lchamda maydalangan holda solinadi.

Shunday qilib, uchala komponent: klinker, gliej va gips belgilangan nisbatga qat'iy rioya qilingan holda shar tegirmonga bir vaqtda solib turiladi. Tuyish uchun ikki kamerali quvur tegirmonlar ishlatiladi. Gliej portlandsement ishlab chiqarish texnologiyasi hom ashyo va ishlab chiqarish jarayonini tashkil etishga ko'ra oddiy portlandsement tayyorlash texnologiyasiga o'xshash. Faqat klinkerni tuyish paytida sementga qo'shimcha komponent gliej solinishi bilan farqlanadi. Sementga qancha qo'shimcha solinayotgani aniq tekshirib boriladi. Zavodlarda bu maqsadda avtomatik massa dozalogichlar ishlatiladi.

Gliejning ta'siri klinker minerallari gidratatsiyalanayotganda ajralib chiqadigan ohakning yutilishiga asoslangan; shuning uchun necha protsent gliej qo'shish kerakligi bevosita gidratatsiya vaqtida Ca(OH)_2 ajratib chiqaradigan klinker minerali miqloriga bog'liq. Ma'lumki, uch kalsiyli silikat shunday mineral hisoblanadi va demak, klinkerda uch kalsiyli silikat miqdori qanchalik ko'p bo'lsa, dastlabki qotish davrida sement mustahkamligiga zarar qilmagan holda shunchalik ko'p gliej qo'shish

mumkin. Laboratoriya sinovlariga ko'ra, taxminan xar 1% uch kalsiyli silikatga 0,5...0,75 % gidravlik qo'shilma solish mumkin. Shunga asosan, putssolan portlandsement tayyorlash uchun uch kalsiyli silikatga boy alitli klinkerlar ishlatish maqsadga muvofiq degan xulosaga kelishish mumkin. Ammo qo'shilmaning yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan miqdorini hamma vaqt klinker mineralogik tarkibiga qarab belgilab bo'lmaydi. Chunki qo'shilmalarning aktivligi har xil bo'ladi. Masalan, 1g trepel yoki diatomit 150 mg gacha CaO yutadi, pemza yoki gliej esa 50 mg CaO yutadi. Ohakni to'liq biriktirish uchun aktivligi past qo'shilmaga nisbatan aktiv qo'shilmadan kam talab qiladi. Amaliy ma'lumotlarga ko'ra aktivligi 200 bo'lgan kremniy oksidli chiqindi qo'shilmasining optimal miqdori sement massasidan 20...25%, aktivligi 150 bo'lgan trepel, opoka, diatomit va boshqalarniki esa 25...30% va aktivligi 50...60 qo'shilmalarniki 40...50% bo'ladi.

Iqtisodiy jixatdan esa qo'shilma imkoni boricha ko'p qo'shilgani ma'qul. Biroq bu sement mustahkamligining o'sish tezligiga va uning so'nggi pishqlik qiymatiga ta'sir ko'rsatadi, chunki qo'shilma miqdori ortishi bilan sement klinkeri qismining qotish sharoitlari yomonlashadi (klinker zarrachalari bir-biridan ancha ajralib qoladi).

Gliej portlandsement chuchuk suv va tarkibida sulfat tuzlari bo'lgan sho'r suvlarga chidamli. Optimal miqdordagi (30% atrofida) gliejni portlandsement tarkibiga uni tuyishdan oldin qo'shilganda uning mustahkamligi kamayib, balki uning zichligi ortadi. Gliej oddiy portlandsement zichligini ortiradi. Gliej oddiy portlandsementning zichligini oshirish va «sement batsillasi» ning zararli ta'sirini kamaytirish orqali chuchuk va sulfatli sho'r suvlarga turg'unligini, havo va atmosfera ta'siriga chidamligini oshiradi. Biroq bu bilan portlandsement klinkeri va gliej asosida sulfat tuzli suvlarga chidamli sement ishlab chiqarish masalasi butunlay hal qilingan emas edi. Sementni sulfat tuzli suvlarga chidamli qilishga erishish uchun portlandsement klinkeriga 70% gacha gliej qo'shish kerak. Bu sement dastlabki qotish tezligi bo'yicha juda sust bo'lib, kam mustahkamlikka ega va sovuqqa chidamsiz. Ko'p yillar davomida olib borilgan izlanishlar natijasida portlandsement klinkerining mineralogik tarkibini o'zgartirish yo'li bilan sementning sulfatli

suvlariga chidamligi oshirildi. Gliejli o'zgartirilgan mineralogik tarkibli, ya'ni kam alyuminatli portlandsementga qo'shish yo'li bilan sulfatli suvlarga chidamli gliej portlandsement olindi. Bu erda shuni ham ta'kidlab o'tish zarurki, O'rta Osiyo respublikalarining ko'pchilik xududlari juda kuchli sho'rlangan. Er usti va osti suvlari shu darajada ser tuzliki oddiy portlandsementlar bunga chidash bera olmaydi. Shunday sharoitlarga chidamli yangi sement sifatida xozirgi kunda O'rta Osiyo respublikalarida gliej portlandsement hisoblanmoqda.

O'zbekistonda, Quvasoy sement kombinatida birinchi marta 1940 yildan boshlab 30% qo'shilmali, 1948 yildan esa Bekobod va boshqa sement kombinatlarida sulfatli suvlarga chidamli gliej portlandsement ishlab chiqarila boshladi. Hozirgi kunda bu sementning ishlab chiqarilishi natijasida ko'p miqdorda sement tejaldi, va xalq xo'jaligiga behisob foyda keltirildi. Bu sement er osti hamda o'lkan suv inshootlarini qurishda keng ishlatiladi va ishlatilmoqda.

Angren va Qizil Qiya gliej konlari so'nggi yillarda o'lkan xom ashyo bazalariga aylangan. Ko'p yillar davomida gliej portlandsementning hossasini o'rganish shuni ko'rsatadiki, uning ishlab chiqarilishi va qurilishda ishlatilishi gliejning sementga qo'shiladigan qimmatbaxo va ishonchli qo'shilma ekanligini isbotladi. Natijada Rossiyaning markaziy rayonlaridan O'zbekistonga keltirilishi kerak bo'lgan uch yuz ming tonnadan ortiq sulfatli suvlarga chidamli portlandsement hozir respublikamizning o'zida ishlab chiqarilmoqda va bunday sementga bo'lgan talab hozirda to'da qondirilmoqda.

Havo va sovuq, iqlim tasiriga chidamli bo'lgan gliej portlandsement O'rta Osiyo respublikalarida er usti qurilishlarida keng ishlatilmoqda. Qirqinchi yillarda O'zbekiston sement zavodlarida asosan gliej portlandsement ishlab chiqarilar edi. Gidrotexnika, sanoat va uy-joy qurilishlarida asosan gliej portlandsement ishlatilgan edi.

So'nggi yillarda O'zbekiston sement sanoati gliej hisobiga har yili qo'shimcha yarim million tonna atrofida sifatli sement chiqarmoqda. Bu esa sement tannarxini ancha kamaytirdi. Suv inshootlari uchun ishlatiladigan past ekzotermik sement ishlab

chiqarish masalasi gliej portlandsementning olinishi bilan tezda hal qilindi. Ilmiy izlanishlar bu sement yirik suv inshootlari qurishda ishlatiladigan past ekzotermik sementning o'rnini bosishi mumkinligini ko'rsatadi.

1968 yilning boshida Tuxtagul GES inshootini qo'rish uchun maxsus sement tanlash kerak edi. Balandligi 215 metrli bu inshoot massiv-gravitatsiyalidir. Bu inshoot uchun 3,6 million kub beton ishlatish kerak edi. Avval qurilishda markaziy rayonlardan (ya'ni Rossiyadan) keltirilgan sement ishlatishga qaror qilingan edi. Chunki bu qurilishga ishlatiladigan inert to'ldirgich reaksiyaga krishadigan kremniy oksidiga boy, gliej esa 4% gacha ishqoriy moddalargga ega. Kremniy oksid va ishqoriy moddalarning o'zaro birikishidan hosil bo'lgan kompleks birikmalar hajmi oldingi ikki modda hajmlari yig'indisiga nisbatan bir necha marta katta bo'lib, betonda ichki kuchlanishlar paydo qilishi, uni yorib yuborish mumkin deb faraz qilindi. Shularni nazarda tutib mutaxassislar gliej portlandsementni bu inshoot uchun ishlatish xavfli deb qarab, bu maqsadda maxsus sement ishlatish kerakligini ta'kidladilar. I.S. Kansepolskiy tashabbusi bilan gliej portlandsement uzoq vaqtga chidashi, sulfatli suvlarga turg'unligi va gliej tarkibidagi ishqorlarning inertligi, ya'ni suv hamda ohakda erimasligi kabi yaxshi xossaga egaligi tufayli bu qurilishda gliej portlandsementi ishlatildi. So'ngra gliej portlandsementi uchun texnikaviy shartlar ishlab chiqildi. Shundan so'ng To'xtagul GES qurilishiga 1969 yildan boshlab Quvasoy sement zavodi sement etkazib berdi. Tuxtagul suv ombori uchun bir million tonna atrofida sement kerak edi. Buning uchun Quvasoy zavodi faqat shu qurilish uchun 1,5 yil ishlashi kerak. Maxsus sementni Rossiyadan keltirilmasdan, Quvasoy zavodidan olib borishning o'zi taxminiy xisoblarga ko'ra, birnecha 10 mln. so'mga (1989 yilgacha) mablag' tejaldi.

Shunday qilib I.S.Kansepolskiy o'z xodimlari bilan xamkorlikda maxalliy gliejlardan portlandsement uchun aktiv mineral qo'shilma sifatida foydalanishni taklif etish muhim iqtisodiy ahamiyatga ega bo'ldi. Bu ishlar asosida O'zbekiston sement zavodlari irrigatsiya va gidrotexnika inshootlarining qurilishi uchun juda zarur

bo'lgan chuchuk suv va sulfatli suvlarga chidamli sement ming tonnalab ishlab chiqara boshlandi.

Sementlarning kimyoviy chidamliligini oshirish masalasi bo'yicha olib borilgan ishlar ham yaxshi natija berdi..S. Kansepolskiyning ishlari nazariy jixatdan katta ahamiyatga ega. Sulfatli sharoitlarda sementlarning korroziyalanish jarayonini o'rganish natijasida ilgari fikrlarga tuzatish kiritildi Gliej portlandsementning dastlabki qotish davridagi mustahkamligi oddiy portlandsementnikidan ancha sust. Bu holni sementga gidrotermal ishlov berish yo'li bilan tezlashtirish mumkin. Bog'lovchi moddalar qotishini tezlatishda avtoklav ishlovi berish yaxshi natija beradi. Eng yaxshi qo'shimcha maydalab tuyilgan qum hisoblanadi. Talab qilingan markaga ega bo'lgan mahsulot 0,8 MPa bosim ostida va 8...10 soat davomida olinadn.

O'zbekiston zavodlari ishlab chiqarayotgan 30...50% gliej qo'shilmali sementlarni 0,2 MPa bosimda 4...6 soat davomida avtoklavlarda ishlash natijasida katta amaliy ahamiyatga ega bo'lgan qum-sement mahsulotlarning mustahkamligidan qolishmaydigan buyumlar olishga imkon berdi.

Gliej portlandsementdan tayyorlangan mahsulotlar fizik-mexanik xossalari bo'yicha normal sharoitda qotgan portlandsementning 28 kundagi mustahkamligiga teng. Bu mahsulot ochiq havo, sovuq va sulfat suvlar ta'siriga chidamli. So'nggi yillarda O'zbekiston sement sanoati yiliga gliejlar qo'shish hisobiga, qo'shimcha ravishda 500 ming tonnacha sement ishlab chiqarmoqda.

Portlandsement ishlab chiqarishda fosfotoshqollar ilgari ishlatilmas edi. Birinchi marta Chimkent fosforli o'g'itlar zavodining toshqollarini 1966 yildan boshlab sement chiqarishda 688-66 nomerli vaqtincha texnik shartlarga binoan ishlatila boshladi.

Fosfotoshqollarning portlandsement qotishiga ta'siri qo'shilma miqdori va klinkerning mineralogik tarkibiga ko'ra o'rganildi. Fizik-mexanik sinovlarga ko'ra normal solishtirma sirtli sementga fosfotoshqollar qo'shish sementning suvga talabchanligiga ta'sir ko'rsatmaydi, biroq uning tishlashish muddatini sekinlashtiradi.

Sementning solishtirma sirtini 340-380 m²/kg gacha oshirish uning tishlashish muddatini birmuncha tezlashtiradi. Fosfotoshqollarni sementga qo'shish, uning tishlashish muddatini susaytirishni fosfotoshqollar tarkibida fosfor kislota tuzlarini borligi bilan tushuntiriladi. Haqiqatan, sementga 1% atrofida fosfor kislota qo'shilsa uning mustahkamligi keskin kamayib ketadi va uning tishlashish muddati juda sekinlashadi. Fosfotoshkol, sementga qo'shilganda uning mustahkamligi dastlabki qotish davrida (1...3 oy davomida) kamayib, asos sementi mustahkamligining o'sishidan keyingi muddatlarda (6 oydan 3 yilgacha) ortib boradi. Sement tarkibidagi fosfotoshqolning miqdorini 60% ga etganda uning mustahkamligi ancha kamayadi, ammo tarkibida 60% fosfotoshqol bo'lgan sementning olti oylik namunalari siqilishiga sinalganda, asos portlandsement mustahkamligidan ortib ketadi. Bu qonun turli mineralogik tarkibli sementlarni sinaganda ham namoyon bo'ladi.

Fosfotoshqolli sementlarning solishtirma sirti ko'paytirilganda va namunalarga gidrotermal ishlov berilganda ularning mustahkamligi ortadi. Bunday sementlarning havoda qotishi qurilish normallarining talablariga to'la javob beradi. Ammo toshqollarning miqdori ortganda uning suvuqqa chidamligi kamaya boshlaydi, fosfotoshqollarni portlandsementlarga qo'shib sement namunalarining kirishishini kamaytirish xam mumkin.

Sementlarga 50% gacha fosfotoshqollar qo'shish sementning armatura bilan tishlashishini kamaytirmasdan, balki bir necha marta ortiradi. Fosfotoshqollarning tarkibi o'zida domna toshqollaridan kam miqdorda giltuproq borligi bilan farqlanib, portlandsementga qo'shilgan fosfotoshqol miqdoriga proporsional miqdorda uning sulfatli suvlariga chidamligi ham ortadi. Sinovlar fosfotoshqollarning miqdori portlandsement tarkibida 10...60% gacha bo'lganda ma'qul hisobanadi. Odatdagi sulfatli suvlarga chidamsiz portlandsement ham 15% fosfotoshqol ishtirokida sulfatli suvlar ta'siriga bardosh bera oladi. Bunday sementlardan yasalgan beton va temir-beton konstruksiyalarga sulfatli suv va sovuqning ta'sirini o'rganib chiqilgan va ular O'zbekiston va Turkmaniston territoriyalaridagi er osti suvlari juda kuchli minerallashgan joylarda ishlatilmoqda.

Professor I. Toshpo‘latov rahbarligida yangi sement glinit portlandsement ixtiro kilindi. Bu sement O‘zbekistonda keng tarqalgan maxalliy xom ashyo kaolinitli tuproq (gilvata) ni 700-800⁰C da qizdirib, odatdagi portlandsement klinkeriga qo‘shiladi, so‘ngra maydalab tuyib tayyorlanadi.

Oq rangdagi gipssimon jinslar kaolin deb ataladi. Bu jinslar asosan kaolinit gruppasiga kiradigan minerallardan tarkib topgan. Glinit portlandsementning sulfatli suvlariga chidamlilik darajasi uning tarkibiga qo‘shilgan, qizdirilgan kaolinitli tuproq miqdoriga bog‘liq. Boshqacha aytganda, glinit portlandsementga qizdirilgan kaolinitli tuproq ko‘p qo‘shilsa, u mustahkam bo‘ladi, aksincha kam qo‘shilsa mustahkamligi pasayadi.

Glinit portlandsement trepel, opoka, diatomit va boshqa tog‘ jinslari qo‘shib tayyorlanadigan putssolan portlandsementlarga nisbatan ustun turadi. Bu sementning eng yaxshi xossaligidan biri shuki, u issiq quruq havoda ham, sovuq havoda ham birday mustahkam bo‘ladi, muzlash natijasida emirilmaydi. Bu sementni ishlab chiqarish iqtisodiy jihatdan samarali emas deb xisoblaydilar, chunki kaolin tuprog‘ini kuydirishga ko‘p miqdorda yoqilg‘i sarf bo‘lishi hisoblab chiqariladi.

Shlakli portlandsement. Portlandsement klinkeri bilan donador shlagi birga tuyilsa, hosil bo‘lgan bog‘lovchi material shlakli portlandsement deb ataladi. Sementdagi shlak miqdori 30-60%

Shlakka quyidagi texnikaviy shartlar qo‘yiladi: domna shlaklari asosida ko‘pincha shlakli portlandsement, sulfatlashgan, ohakli shlakli sement kabi bog‘lovchilar tayyorlanadi. Shlakli sement ishlab chiqarishda ayniqsa tez sovugach domna shlagi katta ahamiyatga egadir. Shlaklar nam va yarim quruq usullarda yaxshilab tuyiladi.

Shlakli portlandsement putssolan portlandsement turlariga kiruvchi, faqat aktiv mineral qo‘shilma o‘rnida shlak ishlatilgan bog‘lovchi moddadir. Bu sementning ko‘pgina xususiyatlari putssolan portlandsementnikiga o‘xshash. Agressiv muhit ta’siriga oddiy portlandsementga nisbatan chidamli.

Shlakli portlandsement quyidagi markalarda ishlab chikadilar: 200, 300, 400 va 500. Shlakli portlandsementning o'ziga xos xususiyatlaridan biri uning tishlashish va qotish jarayonining sekinligidir. Tishlashishning boshlanishi 45 minutdan so'ng boshlanadi, ohiri 12 soatgacha davom etadi. Maydalik darajasi portlandsementnikiga teng. Shlakli portlandsement beton va temir-beton konstruksiyalar tayyorlashda, sun'iy toshlar, qorishmalar tayyorlashda, suvoqchilikda keng ishlatiladi. Sulfat-shlakli sementlar-35-70% gacha donador domna shlagi bilan gipsni tuyish jarayonida portlandsement yoki ohak qo'shib olinadigan bog'lovchi moddadir. Sulfat-shlakli sement 150, 200, 250, 300, markalarda chiqariladi.

Ohak-shlakli sementlar donador domna shlagi bilan 25% ohakni tuyib, so'nimgan aralashmaga gips qo'shib olingan bog'lovchidir. Putssolan va shlakli portlandsementlar turli beton va temir-beton konstruksiyalar, yig'ma detal va buyumlar tayyorlashda, portlandsementni tejash maqsadida, shuningdek, qurilish qorishmalari va betonlar tayyorlash uchun ishlatiladi. Bunday sementlardan tayyorlangan betonlar quruq sharoitda ishlatilganda ularning qotishi sekinlashadi.

8- § Sulfomineral sementlar

Belitli sement. Yangi shaharlarning paydo bo'lishi, shaharlarda yirik jamoat hamda madaniy-maishiy binolarning ko'plab qurilishi sement sanoatining oldiga oq va manzarali sementlarni mahalliy xom ashyodan tayyorlash vazifasini kuydi.

T. A. Ragozina bunday sementlarni mahalliy xom ashyo tarkibida temir oksidi kam bo'lgan Isfara gipsi, Oxangaron kaolinli tuprog'i va ohaktoshdan uni 1200...1300°C da kuydirish yo'li bilan olish mumkinligini taklif etdi. Bu sement manzarali qum tuprog'li belitli sement deb ataldi. Bu sement etarli darajada qattiqlikka ega va sovuq, sulfatli suvlar ta'siriga chidamlidir.

Ko'p yillar davomida olib borilgan izlanishlari natijasida T.A. Ragozina tezkorlik ishlarida qo'llanilayotgan, industrial metodlar talabiga javob bera oladigan, tez qotadigan, yuqori mustahkamlikga ega bo'lgan oq va manzarali sementlar ham olish metodini ishlab chiqdi. Bunday sement Oxangaron kaolini, ohaktosh va gipsdan 1200...1300°C da kuydirish yo'li bilan olindi. Sementni kuydirish temperaturasi

odatdagi portlansementni kuydirish temperaturasi nisbatan 200...250°C dan past. Bu esa o'z navbatida pishirish pechlarning unumdorligini oshiradi. yoqilg'i sarfini tejaydi va o'tga chidamli materiallardan yasalgan xumdonlarning ishlash muddatini oshiradi.

Yuqoridagi sanab o'tilgan sementlar va odatdagi portlandsementni kuydirish jarayonini tezlashtiruvchi sifatida gips ishlatish mumkinligi aniqlandi. Shunday sementlar tarkibiga 10% gacha gips qo'shib olish usuli tavsiya qilindi. Pishirish jarayonini engillashtirish uchun CaF_2 va CaSO_4 dan iborat aralashma mineralizatorlar qo'llanildi.

Sement qotganda u tuzlarning agressiv eritmalar ta'siriga yuqori darajada bardoshlilik bilan ajralib turadi. Bu sementning sovuqqa chidamliligi ham yuqori. Mazkur xususiyatlari bo'yichaundan gidrotexnik inshootlarini qurilishida, shuningdek, manzarali va oq rangli sement sifatida foydalanish imkonini beradi. Asosiy xom ashyoning tarkibi CaSO_4 ga ega bo'lgan gidravlik sement olish masalasi, sement texnologiyasi va kimyosida yangilik bo'lib, uning ilmiy va amaliy ahamiyati kattadir.

Bunday sementlarni kuydirishda hosil bo'ladigan sulfominerallarning xususiyatlari va hosil bo'lish sharoitlari tadqiq qilingan. Bundan tashqari, laboratoriya hamda ishlab chikarish sharoitlarida sulfosilikat va sulfoalyuminat-silikat sementlarni kuydirish texnologiyasi aniqlandi. Ko'pgina tadqiqotchilar sulfoalyuminat $3(\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3) \cdot \text{CaSO}_4$ va sulfosilikat $2(\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2) \cdot \text{CaSO}_4$ ning hosil bo'lishi shuningdek, ularning asosiy optik hamda rentgenografik xususiyatlarini aniqlab beradi. Shu munosabat bilan fosfor o'g'itlarni ishlab chiqaradigan kimyo zavodlarida ko'p miqdorda yig'ilib yotadigan chiqindi fosfogipsdan iqtisodiy jihatdan samarali foydalanish katta amaliy ahamiyatga kasb etdi.

Oddiy sharoitlarda sement namunalarining qotish borasida olingan ma'lumotlar sulfoalyuminat namunalarining mustahkamligi juda tez va yuqori darajada ortishini, sulfosilikat namunalarida esa sust ortishini ko'rsatdi. Biroq tarkibida 20% sulfoalyuminat va 80% sulfosilikat bo'lgan sement namunalari uch kundayoq eng

yuqori darajadagi mustahkamlikka erishadi. 1,5 MPa bosimda avtoklav ishlovii natijasida esa sulfoaliminat namunalarining mustahkamligi oshmaydi va sulfosilikat namunalarining qotishiga juda yaxshi ta'sir ko'rsatib, ularnng dastlabki mustahkamligini 10 martadan ziyod oshiradi (32-jadval). Fizik-kimyoviy tadqiqotlardan ma'lum bo'lishiga, sulfominerallardan iborat sementlarning yuqori darajadagi gidravlik xususiyatiga va mustahkamlikka ega bulishining asosiy sababi ularda kristallogidratlarning yangi formalarining hosil bo'lishidir.

Sulfominerallarning agressiv muxitlarda qotish jarayoni. Ayrim minerallari tuzlarining ta'siriga bardoshligi shu minerallarning 3% li MgSO_4 va 5% li Na_2SO_4 eritmalarida qotish jarayonini kuzatish davomida o'rganiladi. Sulfoalyuminatli sement namunalari mazkur eritmalarda juda tez emiriladi, chuqur yoriqlar paydo bo'ladi va uning yuzasi maydalaniladi..

Sulfosilikatning namunalari, shuningdek 20% sulfoalyuminatli sulfosilikatli sement namunalarining MgSO_4 , hamda Na_2SO_4 eritmalarida tuzlar ta'siriga yuqori darajada chidamligi aniqlandi. Olti oy mobaynida ularning chidamlilik koeffitsienti 1, ba'zilariniki esa 2 dan yuqori, ya'ni suvda qotayotganga nisbatan mustahkamligi 1...2 marta ko'p.

Avtoklavda ishlov berish sulfoalyuminatli namunalarining korroziyasini yo'qota olmaydi. 3% li MgSO_4 ning va 5% li Na_2SO_4 ning eritmaları ta'sirida sement namunalari, ulardan juda ko'p miqdorda ettringit (kalsiy gidrosulfalyuminatning sulfati ko'p bo'lgan formaları) hosil bo'lish tufayli emiriladi. Sulfosilikatli sement namunalarida 20% $3(\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3) \cdot \text{CaSO}_4$ bo'lib, agressiv eritmalarda shu sementlar mustahkamligining ortishi ularning kimyoviy chidamliligi bilan bog'liq. Gips va ettringitning birmuncha kristallanishi bunga misol bo'ladi. Mazkur minerallarning mayda kristallari gidrosilikatlar bilan birgalikda jips birikadi, bu hol sementning uzoq vaqt mobaynida qotishda sementtosh strukturasini mustahkamlaydi.

Sulfominerallardan iborat sementtoshga yuqori temperaturaning ta'siri. Erkin ohak ajratmay qotadigan sementlar portlandsementga nisbatan yuqori darajada issiqqa chidamli bo'ladi. Shuning uchun sulfoalyuminat hamda sulfosilikatning

yuqori temperaturadagi xususiyatlarini o'rganish muhimdir. Sulfosilikatli sement namunalarining mustahkamligi 800°C temperaturada 25%, 900°C temperaturada 30...40%, 1000°C da esa 44...50% gacha kamayadi. Tarkibida $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaSO}_4$ bo'lgan sement namunalarining issiqqa ancha bardoshli ekanligi ma'lum. Bu mineralning yuqori temperaturaga chidamliligining sababi gidratlanish jarayonida gilsimon mahsulotlarning yo'qligidir.

Past temperaturali manzarali bog'lovchi material olish. Xozirgi vaqtda oq portlandsement asosiy manzarali gidravlik bog'lovchi material hisoblanadi. Bu portlandsementning xom ashyo aralashmasida temir oksidlari deyarli uchramasligi sababli uni $1500\ldots1600^{\circ}\text{C}$ temperaturada kuydirish ancha qiyin, bu xol ishlab chiqarish texnologiyasini murakkablashtirib yuboradi. Shuning uchun ishlab chiqarilayotgan bunday sement miqdori qurilishning talabini qondira olmaydi. Asosan sulfominerallardan tashkil topgan oq sementni past temperaturada olish uchun kaolin, ohak va fosfogips xom ashyo aralashmalari kuydiriladi. Aralashma $3\text{CaO}\cdot3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaSO}_4$ va $2(\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2)\cdot\text{CaSO}_4$ hamda birmuncha ortiqcha angidridi bo'lgan sementni olishga muljallab tayyorlangan. Ushbu xom ashyo aralashmasini $1200\ldots1250^{\circ}\text{C}$ temperaturada kuydirib, ochiq havoda tez sovutiladi. Hosil bo'lgan klinker oqish rangli bo'lib oson kukunlanadi.

Tajribalarning ko'rsatishicha fosfoangidrid, kaolin hamda ohaktosh ishtirokidagi klinker bunday sharoitda kam dissotsiatsiyalanadi, chunki uning parchalanishiga imkon beruvchi oksidlar — SiO_2 , Al_2O_3 va Fe_2O_3 ohak bilan o'zaro reaksiyaga kirishib ketadi. O'tkazilgan tajribalar aktivligi va suvga bardoshliligi yuqori bo'lgan, ohagi yuvilib, yueasiga chiqmay qotadigan oq (manzarali) sulfoalyuminatsilikat sement olish imkonini tasdiqladi.

Laboratoriyada o'tkazilgan tajribalarning natijalari oq portlandsement ishlab chiqaradigan Angren zavodida sinab ko'rildi. Bunda zavodda ishlatilayotgan kaolin gili 14%, ohaktosh 42% va fosfogips 44% xom ashyo materiali bo'lib hisoblanadi. Aralashma kalsiy sulfosilikat, sulfoalyuminat va ortiqcha miqdordagi CaSO_4 birmuncha miqdorda C_4AF hosil bo'lishini ko'zda tutib tayyorlangan.

Fosforli o'g'itlar sanoatining qo'shimcha mahsuloti—fosfogips maxsus mablag' va ekspluatatsiya sarflarini talab qilmaydi, uning dispersligi ohaktosh uchun zarur jarayon hisoblangan maydalash zaruratini bartaraf etadi. Bu esa elektr energiyasini ko'p miqdorda tejashga imkon beradi va aralashma xom ashyosnin tayyorlashda maydalovchi jinslar sarfini kamaytiradi, shuningdek, chiqindilardan foydalanish masalasi ham maqsadga muvofiq hal etiladi.

Sinov o'tkazilayotgan vaqtda materialni kuydirish temperaturasi 250°C kamaydi, 1250°C ga tenglashdi. Pechning oziqlanishi ancha ortganiga qaramay xom ashyo aralashmasi me'yorida va ohakning to'liq bog'lanishi asosida kechadi. Bunda katta bo'laklar hamda boshqa salbiy holatlar ko'zatilmaydi. Chala pishgan klinker sarg'imtir oqish rangda, donalari silliqatlanmagan turli shaklda edi. Klinker suvda tezda sovitilgach, sochilmaydi. Uning og'irligi 1,2 kg/l. Olingan klinkerning maydalanish qobiliyati oq portlandsementnikiga nisbatan 2 marta yuqori.

Shunday qilib, sinash natijasida pechning unumdorligini 55% ga oshirishga va mazutning solishtirma sarfini 30% gacha kamaytirishga erishildi. Past temperaturada kuydirish sharoitida pech futirovkasining mustahkamligi oq portlandsement ishlab chiqarishdagidan ancha uzoq saklanadi. Hosil bo'lgan sementning fizik-mexanik sinovlardan keyin quyidagi xossalari ma'lum bo'ldi: GOST 310—85 ga muvofik 1, 3, 7, 28, 180 va 360 kundan keyingi egilishga bo'lgan mustahkamligi tegishli 2, 4, 6, 7 MPa, siqilishga bo'lgan mustahkamligi esa 17, 31, 39, 43, 40 va 55 MPa ga teng. Sement qorishmasining normal quyugligi 23,5. Uning oqlik darajasi 76...81%. Sementning rangi o'zgarmay qotadi va qimmat gidravlik qo'shimchalar qo'shilmaydi. Demak, olib borilgan tajribalar past temperaturada kuydiriladigan manzarali sulfoalyuminatsilikatli sementning oq portlandsementga nisbatan bir qancha afzalliklarga ega ekanligini ko'rsatdi.

O'tkazilgan tadqiqotlardan olingan ijobiy natijalar turlicha miqdorda $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$ bo'lgan sulfoalyuminat silikatli sementni qurilish materiallari sanoatida ishlab chiqarish uchun tavsiya etish imkonini beradi (Otaqoziev T.A. rahbarligida bu ish bajarilgan). Bu maqsadda tarkibida qumi ko'p bo'lgan kaolinitli

gillardan, kimyo sanoati chiqindilaridan (fosfogips) foydalanish mumkin, bu esa oliy navli gillar ishlatishni talab etuvchi oq, sement ishlab chiqarishni ancha osonlashtiradi. Bunda tashqari, xom ashyo va sementni maydalashga, shuningdek, yoqilg'iga sarflanadigan energiyani kamaytirish mumkin.

Gips va fosfogipsdan bir-vaqtning o'zida, sulfat kislota sulfoalyuminat-silikatli sement olish buyicha ham ish olib borilmoqda. Buni amalga oshirish uchun 85...90% fosfogips va 10...15% alyumosilikatli materialidan iborat aralashma, ko'mir ishtiroqida 1250⁰C temperaturada qisman qaytariladi, natijada sulfoalyuminat silikatli-sement hamda CO₂ gaz hosil bo'ladi CO₂ dan olingan sulfat kislota esa yana ishlab chiqarishga qaytariladi. Olingan sementning rangi ko'kintir bo'ladi.

9-§ Giltuproqli sementlar

Ohaktosh va giltuproqqa boy bo'lgan tog' jinslari eriguncha yoki qisman erib pishirib hosil bo'lgan klinker yaxshilab tuyib olingan tez qotuvchan va juda pishiq gidravlik bog'lovchi giltuproqli yoki alyuminatli sement deb ataladi. Gil tuproqli sement tayyorlash uchun xom ashyo sifatida asosan chuqindi tog' jinslaridan boksitlar ishlatiladi. Boksitlar qizil bo'lib giltuproq gidratining temir gidroksid aralashmasidan iborat. Boksit konlari juda kam bo'lgan uchun giltuproqli sement ishlab chikarishda giltuproqqa boy bo'lgan sanoat chiqindilari ham ishlatiladi.

Giltuproqli sement tarkibida 40% atrofida giltuproq (Al₂O₃), 45% gacha kalsiy oksidi (CaO) va 5...10% kremniy (SiO₂) bor. Giltuproqli sement qotish jarayonida suv bilan tez reaksiyaga kirishib tez tishlashuvchan qotish xususiyatiga ega bo'lgan ikki kalsiyli gidroalyuminat mineralini hosil qiladi:



Qotgan sement tarkibida erkin xoldagi kalsiy gidroksid bilan uch kalsiyli gidroalyuminat bo'lmagani tufayli giltuproqli sement yumshoq, chuchuk va er osti agressiv suvlari ta'siriga chidamlidir. Sementning tishlashishdavrining boshlanishi 30 minutdan keynn boshlanadi, oxiri 12 soatgacha davom etadi. Giltuproqli sement tez qotuvchan bo'lib, uning bir kunlik mustahkamligi 28 kunligining 50% ini tashkil etadi. Giltuproqli sementning markasi sement-qumning 1:3 nisbatida tayyorlangan

namunasi uch kundan keyin siqishga sinab aniqlanadi. Giltuproqli sementning texnikaviy shartlari (GOST 969-77) 32-jadvalda berilgan.

Giltuproqli sementning portlandsementdan farqi shundaki, u qotish jarayonida ko‘p suv talab etadi, shu sababli beton qorishmalari uchun suv-sement nisbati 0,5-0,6 dan ko‘p olinadi. Giltuproqli sement tishlashish va qotish jarayonida o‘zidan ko‘p issiqlik ajratadi. Shu sababli, betonlash ishlari yuqori temperaturada olib borilsa, uni sovitib turish kerak bo‘ladi. Giltuproqli sement inshotlarining, yo‘l va ko‘priklarni qurilishini tezlik bilan foydalanishga topshirish zarur bo‘lganda katta ahamiyatga ega. Giltuproqli sementdan tayyorlangan buyumlarni bug‘ ta’siriga uchratish yoki portlandsement bilan aralashtirish mumkin emas. Giltuproqli sement korishmasining mustahkamligi juda tez o‘sadi, shuning uchun shoshilinch bajariladigan va baxtsiz xodisalarini yo‘qotish ishlarida bu sement ishlatiladi.

32-jadval

Sement markasi	Mustahkamlik chegarasi, MPa			
	Siqilishdagi		Egilishdagi	
	24 soatdan keyin	3 kundan keyin	24 soatdan keyin	3 kundan keyin
400	35	40	2	2,2
500	45	50	2,4	2,6
600	55	60	2,7	3,0

10-§. Kengayuvchi va taranglanuvchi sement

Kengayuvchi sement maxsus tarkibli gidravlik bog‘lovchi modda bo‘lib, qotish vaqtida uning hajmi ortadi.

Sementlarning qotayotgan vaqtda kirishish xossasi barcha gidravlik bog‘lovchi moddalarning kamchiligi ekanligi yuqorida aytib o‘tildi. Shu kamchilik sababli konstruksiyalarda mutlaqo suv o‘tkazmaydigan birorta ham chok hosil qilib bo‘lmaydi. Kengayuvchi sement esa qotayotganda mutlaqo cho‘kmaydi va shu bilan

birga yorilmasdan, hajmi 1...1,5% ga ortadi, natijada u yanada zichlashib, betonning monolitligini ta'minlab beradi.

Sanoat kengayuvchi sementning ikki turini ishlab chiqaradi: suv o'tkazmaydigan kengayuvchi sement va gipsqum tuproqli kongayuvchn sement. Kengayuvchi sementni giltuproqli portlandsement asosida ham hosil qilish mumkin. Lekin ko'pincha bu maqsadda giltuproqli sement ishlatiladi, bu holda ancha chidamli kengayuvchi sement olinadi. Bu sementlarning qotish paytida kengayishiga sabab ular tarkibida hajm juda ortadigan kalsili gidrosulfoalyuminat, ya'ni «*sement batsillasi*» hosil bo'lishidir, «*batsilla*» bu holda ijobiy rol o'ynaydi.

Konstruksiya yoki buyumlarning emirilgan qismlari darz va yoriqlarini tuzatishda kengayadigan sement ishlatiladi. Bu sementni prof. V.V. Mixaylov ixtiro (Rossiya) qilgan. Uning tishlashish davri 1-4 minut, qotish davri 5-10 soat. Bunday sement tishlashish jarayonida kirishish o'rniga kengayish xususiyatiga ega. Uning suvdagi chiziqli kengayishi 0,1%, quruqlikdagi kengayishi 3%.

Bunday kengayadigan sement giltuproqli sementni aralashtirib olinadi. Uning 28 kundan keyingi markasi 300, 500 ga teng.

Giltuproqli sement asosida kengayadigan bog'lovchi materiallarning boshqa turi ham bor. P.P. Budnikov, B.B. Skramtaev va I.V. Kravchenkolar tavsiya (Rossiya) etgan gips toshqol-giltuproqli sementdan tayyorlanadi. Bunday sement giltuproqli sement (45%), maydalangan domna toshqoli (25%) va ikki molekula suvli gips (30%) aralashmasidan tayyorlanadi. Mazkur bog'lovchi material o'z xususiyatiga ko'ra, gips-giltuproqli sementga yaqin turadi.

Portlandsementning ham bir kancha turlari bor. Fransuz olimi Lose birinchilar qatori, tarkibida 70...80% portlandsement, 15...20% domna toshqoli va 5...15% kengayuvchi qismidan iborat sementni tavsiya etgan edi. Bu kengayuvchi tarkibi ikki molekula suvli gips (50%), qizil boksit (25%) va bo'r (25%) aralashmasini kuydirish yo'l bilan olinadi. Mazkur qism qanchalik ko'p bo'lsa, sement yana ham ko'proq kengayadi, toshqolining asosiy vazifasi barcha aralashma qotishining bosqichida ortiqcha kalsiy sulfatni biriktirish hamda aralashmaning barqarorligini ta'minlashdan

iborat. Shuningdek portlandsement, giltuproqli sement va sulfat toshqol sementlarini aralashtirib yoki portlandsementga turli kengaytiruvchi moddalar qo'shib kengayuvchi sement tayyorlash metodi ham O.P. Mchedlov-Petrosyan, A.E. Sheykin va boshqalar tomonidan tavsiya etilgan.

Portlandsement va giltuproqli sementdan V.V. Mixaylov va uning shogirdlari taranglanuvchi sement deb ataladigan sement yaratdilar. Bu sement faqat kengayish xajmi bilan emas, balki kengayish energiyasining kattaligi bilan ham xarakterlanadi.

Taranglanuvchi sement 14:16:70 dan 16:20:64 gacha massa nisbatlarida olingan ikki suvli gips, giltuproq'i yuqori darajada bo'lgan klinker yoki toshqol va portlandsement klinkeri aralashmasining solishtirma sirti $45 \text{ m}^2/\text{kg}$ qadar tuyib tayyorlanadi. Og'irlik nisbati 1:1 bo'lgan qorishmaning namunalari normal sharoitda qotirilganda, oradan 28 kun o'tgach pishiqligi 80...90 MPa ga etadi.

Taranglanuvchi sement 2...5 minutda tishlashadi. 20 mm qalinlikda qotgan sement namunalarida 2 MPa gacha gidrostatik bosim ta'sirida ham filtratsiya sodir bo'lgan. Bu bog'lovchi material uchun kengayish energiyasining katta bo'lishi xarakterlidir; 1:1 nisbatidagi bog'lovchi modda namunalari qotganida kengayish energiyasi 3...4 MPa ni tashkil etadi. Bu sementning xususiyatlari undan taranglanuvchi energiyaga ega bo'lgan armaturasi temir-beton buyumlarni tayyorlash imkonini beradi, qotayotgan sement kengayish paytida bunday energiya ortaveradi. Bunda armaturalash darajasiga (0,15...1,5%) bog'lik ravishda po'latning tarangligi 300...400 MPa gacha etishish mumkin. Shuni ta'qidlash kerakki, qorishma kengayganda armatura ikki yoki uch o'qli yo'nalishga ega bo'lishi mumkin, bunga oddiy to'g'ri chiziqli usulda erishib bo'lmaydi. Bunday sementdan tayyorlangan buyumlar quritilganda, qorishma taxminan 0,2% kirishganda tarangligi 20...25% gacha kamayishi mumkin.

Mahsus xossali aralashma bog'lovchi moddalar. So'nggi vaqtlarda sof bog'lovchi moddalarni bir-biri bilan va ba'zi qo'shilmalar bilan aralashtirib olinadigan bog'lovchi moddalar tobora keng axamiyatga kasb etmoqda. Bu har hil tarkibga hos hususiyatli mahsulotni berish imkonini beradi. Xususan muayyan

bog'lovchi moddalarni aralashtirish yo'li bilan kengayuvchi va cho'kmaydigan (kirishmaydigan) sementlar deb ataluvchi bog'lovchi moddalar olish mumkin. Giltuproqli sementni o'ta mustahkam gips yoki qurilish gipsi va yuqori asosli gidroalyuminat bilan belgilangan nisbatlarda aralashtirib suv o'tkazmaydigan kengayuvchi sement tayyorlash mumkin.

I.V. Kravchenko kengayuvchi portlandsement olish usulini ishlab chiqdi. Bunday sement portlandsement klinkeri, giltuprog'i ko'p bo'lgan toshqol, ikki molekula suvli gips va gidravlik qo'shilmasini tuyib hosil qilinadi.

Sruningdek A.V. Voljenskiy (Rossiya) tavsiya etgan gips-sement-putssolanli va gips-toshqol-sement putssolanli bog'lovchi materiallar-qurilish gipsi yoki o'ta mustahkam gipsning portlandsement yoxud shlak-portlandsement va putssolan qo'shilmasining aralashmasidan iboratdir. Bunday bog'lovchi materiallar tarkibida yarim molekula suvli gips borligi tufayli mustahkamlikning keskin ortish va gidravlik sementlariga o'xshab nam sharoitlarda qotish xususiyati bilan ahamiyatlidir.

Hozirgi vaqtda tarkibi taxminan quyidagicha bo'lgan gips seiment-putssolan bog'lovchi moddalar ishlatilmoqda (og'irligi bo'yicha protsent hisobida):

Yarim molekula suvli gips	75...50
portlandsement	15...25
aktivligi 200 mg/gdan kam bo'lmagan putssolan	
qo'shilmalar (trepel, opoka, diatomit)	10...25

Shuni aytib o'tish muhimki, yuqori darajada mustahkam gipsli gips-seiment-putssolandan tayyorlangan betonning pishiqlik darajasi 2...3 soatdan so'ng 10...15 MPa, 7...15 kundan keyin esa normal qotganda 30...40 MPa ni tashkil etadi. Bunday beton mustahkamlik markasi shunga teng bo'lgan portlandsementdan, tayyorlangan beton kabi qayishkoq-plastiklik xususiyatlari bilai xarakterlanadi. Yuqori darajada mustahkam gips va 500—600 markali o'ta tez qotuvchi sementdan ishlangan gips-seiment, putssolanli bog'lovchi materiallari ayniqsa tez qotadi. Gips-seiment-putssolan bog'lovchi materiallaridan tayyorlangan buyumlardagi po'lat armaturani tegishli qoplama hamda NaNO₂ qo'shilmasi bilan muhofaza qilish kerak.

Bog'lovchi materiallarning tarkibi, ularning solishtirma sarfi, turi, betonlarning tarkibi zichligi va boshqa faktorlarga bog'liq ravishda gips-sement-putssolanli bog'lovchi materiallardan tayyorlangan beton va mahsulotlar 20...50 sikl sovuqqa chidamliligi bilan xarakterlanadi. Mazkur bog'lovchi materiallarning sulfat kislota tuzlari ta'siriga chidamliligi portlandsementning sulfat kislota tuzlariga chidamliligi bilan bir xil.

1956 yildan boshlab gips-sement-putssolan bog'lovchi materiallari respublikamiz qurilishlarida muvofaqiyatli ishlatilib kelinmoqda.

Gips-sement-putssolanli bog'lovchi materiallaridan tayyorlangan maxsulotlar xam kavatli turar joy binolari va qishlok xujalik ahamiyatiga ega bo'lgan binolar qurilishda ham foydalaniladi. Gips-sement-putssolan bog'lovchi materiallarning polivinil atsetat polimer yoki divinilstirol lateks suvli dispersiyasi bilap aralashmasi binolarning tashqi va ichki yuzlarini pardozlashda keramika plitalarni mustahkam yopishtirishda va pardozlash ishlarining boshqa turlarida qo'llaniladi. Bu alohida tarkibida gips-sement-putssolanli bog'lovchi moddalarning og'irligi 5...20 protsenti polimer moddadir. Bu bog'lovchi moddalar ajoyib xususiyatlari va chidamliligi bilan xarakterlanadi.

Kengayuvchi sement turlaridan biri giltuproqli sementlardir. Bu sement—giltuprog'i ko'p bo'lgan tashqol bilan ikki molekula suvli gipsnn birgalikda maydalab aralashtirish yo'li bilan hosil qilinadi. Mazkur tarkibiy qismlarning og'irlik nisbatlari 0,7...0,3 bo'lishi kerak. Bunday bog'lovchi material suv va havo muxitda tez qotishi bilan xarakterlanadi. Uni tayyorlash uchun bir kalsiyli, alyuminatli ko'p bo'lgan yuqori darajadagi giltuproqli toshqol ishlatiladi. Sement mustahkamliligi bo'yicha 400 va 500 markalarga bo'linadn. Shuni aytib o'tish kerakki, gips-giltuproqli sement qorishmalari sovuqqa va sulfat kislota ta'siriga juda barqarordir. Giltuproqli kengayuvchi sement kirishmaydigan va kengayuvchi, suv o'tkazmaydigan qorishma va betonlar tayyorlash, yig'ma beton va temir-beton konstruksiyalarning tutashtiriladigan oralarini to'ldirish, konstruksiyalarning kuchaytirish, chok va quvurlar og'zinitekislash va boshqalar uchun ishlatiladi.

11-§. Kislotağa chidamli sement

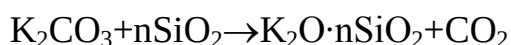
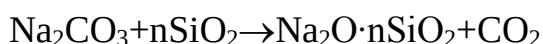
Kislotağa chidamli sement, kremniy ftorli natriy (Na_2SiF_6) va kvars qumni birgalikda maydalab tuyib olinadi. Sementni qotirish uchun suv emas, balki eruvchan shisha ishlatiladi.

Kislotağa chidamli sement, kvarsli, marshalitli, diabazli, andezitli turlarga bo‘linadi. Kislotağa chidamli sementdan beton tayyorlashda 33-jadvalda berilgan ko‘rsatkichlardan foydalanish mumkin.

33-jadval

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, xavoda qotadigan bog‘lovchi eruvchan shisha maxsus xumdonlarda soda aralashgan toza kvars qumni natriy sulfat yoki potash (K_2CO_3) bilan qorishtirib, 1300-1400⁰S temperaturada pishirib olinadi. Yuqori temperaturada erigan moddalar o‘zaro quyidagicha reaksiyaga kirishadi:

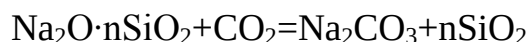


Tezda suvutilgach shisha bo‘tqasi ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ va $\text{K}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$) yorilib maydalanadi, so‘ng «silikat bo‘lak» lari hosil bo‘ladi. Qurilishda «silikat bo‘lak» lari eritilgan holatda ishlatilgan sababli u «suyuq shisha» deb ataladi. Suyuq holatga 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 kremnezyom moduli deb ataladi:

$$M = \frac{\text{SiO}_2}{\text{Na}_2\text{O}}$$

Modul M ning miqdori katta bo‘lsa, shishaning erish xususiyati va chidamligi kamayadi. Eruvchan shisha uch modulga ega: katta modulli shisha $M=3,5\dots3,9$, o‘rtacha $M=3,0\dots3,5$ va kichik modulli $M=2,0\dots2,8$. Suyuq shisha quruqlikda asta-sekin qo‘rib, 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. Erigan shisha chini 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 ishlatiladi: chang—0,15 mm dan mayda, qum—0,15...5 mm, chaqilgan tosh 5mm 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. Titratish usuli bilan joylanadigan beton qorishmasi uchun konusning cho‘kishi 20...30 mm bo‘lsa, qo‘l bilan shibbalanganda konusning cho‘kishi 40...100 mm bo‘lishi kerak.

Kislotaga chidamli betonning normal qotish uchun ilik yoki quruq bo‘lgan sharoit yaratish kifoya. Kislotaga chidamli beton tayyorlash uchun materiallar miqdorini taxminan quyidagicha olish mumkin (og‘irliq hisobida) : 1 qism suyuq shisha: 0,9...1,1 qism kvars yoki biror kislotaga chidamli material changi, 1 qism

qum, 1,3...1,7 qism kislotağa chidamli chaqilgan tosh, 10...15% kremniy-ftorli natriy (suyuq shisha og'irligiga nisbatan). Kislotağa chidamli beton 3 kundan keyin 10...12 MPa, 28 kundan keyin esa 15...18 MPa mustahkamlikka ega bo'ladi. Kislotağa chidamli beton armatura bilan mustahkam yopishish xususiyatiga ega bo'lgani uchun, kislotalar saqlaydigan rezervuarlar qurishda temir-beton konstruksiyalar tarzida ishlatiladi hamda kislotalar ta'sirida bo'lgan qurilish konstruksiyalarini muhofazalashda keng qo'llaniladi. Kislotağa chidamli sementlar qotishmalar, zamazkalar tayyorlashda, kimyoviy uskunalar niqoplashda, devor, pollarni bo'yashda, kislotağa chidamli g'ishtlarni terishda va beton tayyorlashda keng qo'llaniladi.

T.A.Otaqo'ziev, Z.A.Muxamedbaevalar tomonidan maxaliy xom ashyolar asosida kislotağa bardosh porfiritli sement olingan. Perm (Rossiya) qog'oz-sellyuloza kombinatida (SBK) tadbiq etilgan.

3 kism. Xrizotilsement buyumlar ishlab chikarish texnologiyasi

10 bob. Asbestsement buyumlarini turlari, xossalari va qayllanilishi

Asbest-sement 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 xajmi $0,764 \text{ dm}^3$ 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 - voloknistye obyknovennye) 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. Listqoliplovchi mashinalarni ishlab chiqarish quvvatini aniqlash uchun unda tayyorlangan list miqdorini o'tkazuvchi koeffitsientga ko'paytirish kerak.

Quvursimon mahsulot miqdori ham shartli birlikda belgilanadi va buning uchun ichki aylanmasi 200 mm I pogon metr quvur qabul qilingan. Umuman asbest-sement sanoati hozirgi paytda to'liqsimon, 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 asbest-sementli 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 asbest-sementli qurilmalarning ishlatilishi yuqori iqtisodiy samara bermoqda. Jumladan, temirbeton materiallar va buyumlarga qaraganda moslama og'irligi 6-8 marta, 1 m ga sarflanadigan temir miqdori esa 2-3 kg kamayadi, moslama tannarxi o'rtacha 15-20% kamayadi, bu esa o'z navbatida 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, sim to'rlar va xokazolar qo'shishdan iboratdir. Sim to'rlari 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;

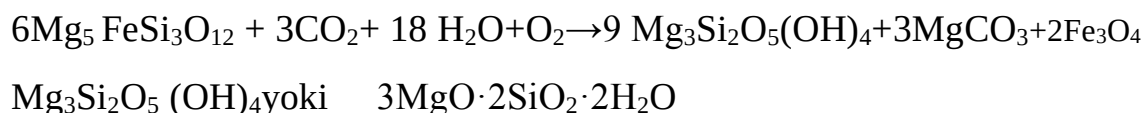
- mahsulot xilma-xilligini ta'minlash, ularning sifatini oshirish, uzunligi 6 metrli bo'lgan quvurlarni ishlab chiqarishni ko'paytirish;
- ishlab chiqarishni jadallashtirishga esa mehnat unumdorligini oshirish, yangi texnologik jarayonlarni qo'llash, ishla turgan asbob-uskunalarni takomillashtirish orqali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

1-§Xrizotilsement buyumlarini ishlab chiqarishdagi xom ashyo

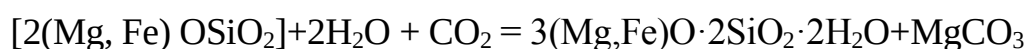
Xrizotil -bu tabiiy mineral bo'lib, agar unga ta'sir ko'rsatilsa mayin va mustahkam tola hosil qilib titiladi. Kislotalarda erishiga qarab asbest serpantin, xrizotil va amfibol gruppalariga bo'linadi. Serpantin gruppaga xrizotil («xrizotilin» grekchadan tarjima qilinsa «oltin soch» degan ma'noni anglatadi)dan 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.

Tabiatdaxrizotil 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. Syromyatnikov 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'asifatida uchraydi, bunda ko'ndalang - tolasimon xildagi asbestnitolalari 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

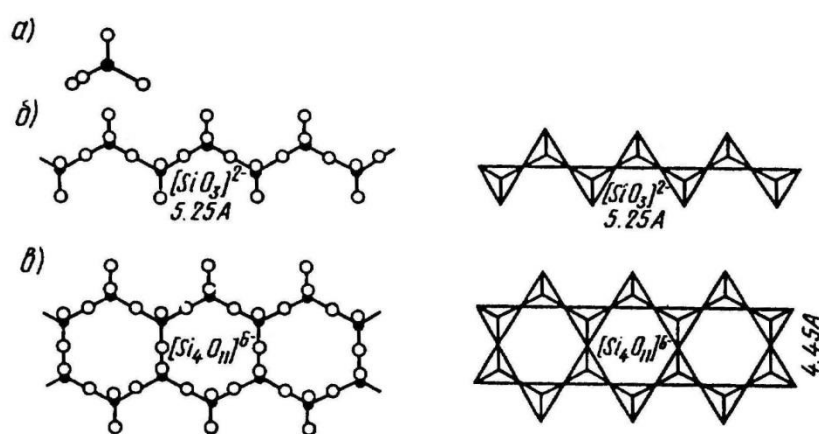
tashkilqilgan bo‘lib unda o‘zaro kesishuvchi turli yo‘nalishda joylashgan ingichka va kalta tolalardan iborat.

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 (40-rasm).

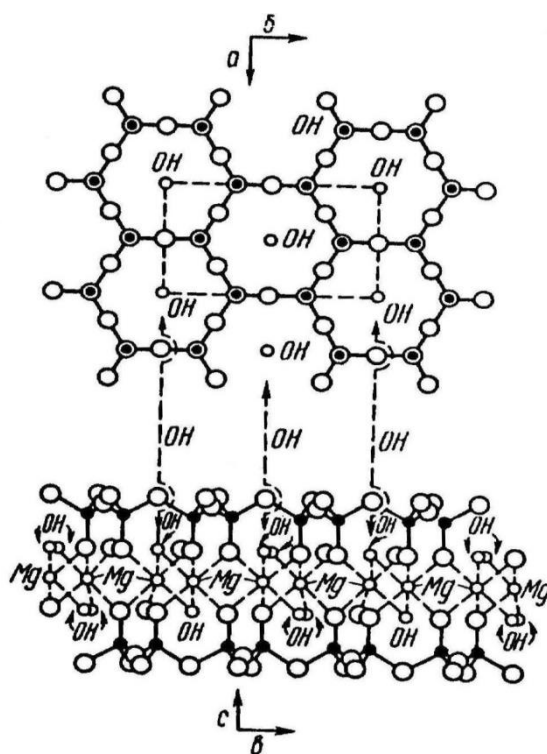


40-rasm. Asbest mineralini kristall panjarasining ko‘rinishi.

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 $n[\text{SiO}_3]^{2-}$, $n \rightarrow \infty$.

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 – $\text{Mg}(\text{OH})_2$ yoki $\text{Al}(\text{OH})_3$ birikmalari bo‘lib ular kislorodning manfiy zarrachalarini to‘yintiradi:

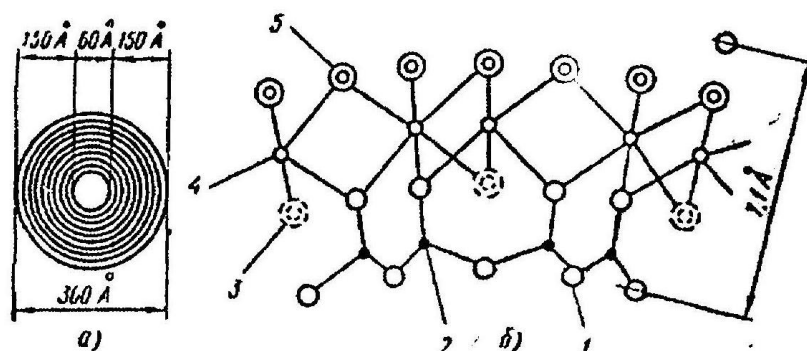


41-rasm. Asbest kristall panjarasining olti qirrali to‘r ko‘rinishi

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, shuning uchun bunday panjarali asbestga ishlov berilsa, u oson aloxida qatlamlarga titilib ajraladi.

Xrizotil - asbest mineralini rentgen usuli bilan tekshirilganda uning kristall panjarasi brusit va kremniy-kislorod qatlamlaridan iboratligi aniqlandi. Brusit

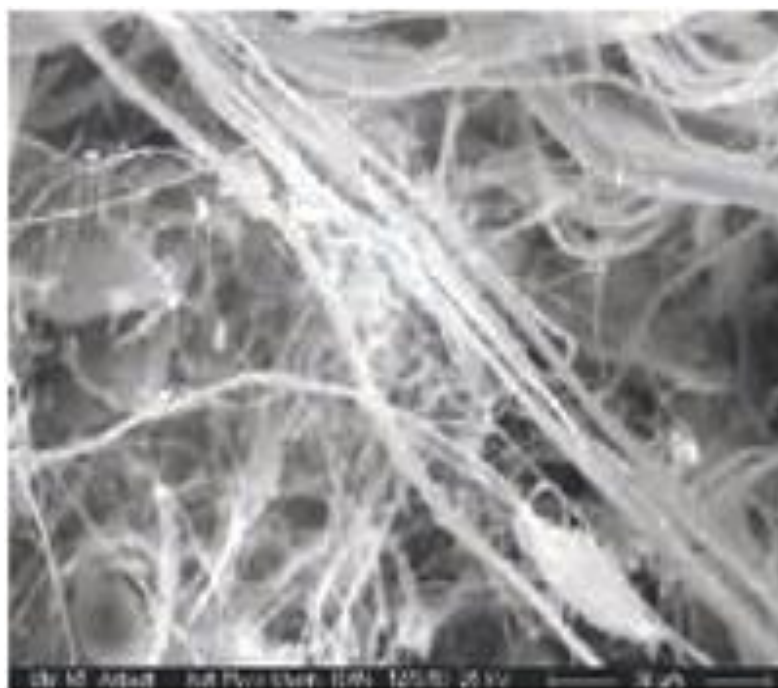
asosan magniyni suv bilan birikkan aralashmasidan iborat. Bunda magniy ionining o'lchami kremniy ionidan katta bo'lishi paketlarni ma'lum burchak hosil qilib egilishiga va o'zaro zanjir holatda burilishiga olib keladi.



42-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, titilgan xrizotilda optik mikroskopning ruxsat etilgan chegarasiga yaqin bulgan, ya'ni 0,0008 mm ega bulgan tolalar mavjudligi anik buldi. Ingichkanligi undan xam kichik bulgan tolalar mavjudligini tajribayuli bilan aniklash imkoniyati bulmaganligi, kupchilik tadjikotchi va xrizotilning bilimdonlarida uning yanada maydarok titkalanishiga shubxa uygotlanligi sababli, adabiyotlarda kurincha, xrizotil tolalarining ingichkanligi 0,0008 mm deb kursatiladi. Bu masala elektron mikroskopda kashf etilgan. Elektron mikroskopining tuzilishi oddiy optik mikroskopnigiga uxshash bulib, farki unda yoruglik nurlari elektron okimi, optik linzalar esaelektronmagnit linzalar bilan almashtirilgagligidir. Elektron mikroskoplarda tasvirlarni 50 ming martrgacha kattalashtirish mumkin. Xrizotilning asosiy xususiyati uning xuddi paxta singari ingichka tolali massaga titilishida bulib, ilgari Uralda kullanib kelgan ikkinchi nomini, ya'ni xrizotil asbest deb atalgan.



43-Rasm.Sof xrizotilning mikrofotosurati.

2-§. Xrizotil va uning xossalari

Mahsulot tarkibiga uning choʻzilishdagi mustahkamligini oshirish uchun asbest qoʻshiladi, shuning uchun asbestning choʻzilishga mustahkamligi uning asosiy xossalariidan 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 o'zining birinchi holatdagi mustahkamligini saqlab qoladi. Tolalarning o'zaro bo'linishi hamtaxminiy.

Xrizotil-asbest tolasining mexanik mustahkamligi ikkita kattalik bilan belgilanadi - elastiklik moduli - bu uning tarangligini va zarbaviy kuchga bo'lgan qarshiligini bildiradi, ikkinchisi esa uning cho'zilishga bo'lgan mustahkamlik chegarasidir. Elastiklik moduli materialni cho'zilishga bo'lgan qarshiligini belgilaydi. Bu kattalik qanchalik katta bo'lsa, tola unga ta'sir ko'rsatayotgan kuch ostida shuncha kam cho'ziladi.

Elastiklik moduli quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

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

bu erda: R – og'irlik kuchi, kgs/sm²;

l- tola uzunligi, sm;

Δl- tola kuch ta'sirida cho'zilish;

S- tolaning kesim yuzasi, sm².

Asbestni buzilmagan tolalarining elastiklik moduli 1,75-1,95·10⁴ kgs/sm² teng.

Tolaning cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi og'irlik kuchining ta'sirida uzilgan tolaning kesimyuzasiga bo'lgan nisbat bilan belgilanadi: P/S=kg/sm².

Bu kattalik tolaning uzunligiga bog'liq va o'rtacha 32000 dan 54000 kg ks/sm² yoki 3200-5400MPa 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 SiO₂ miqdori ortsa, asbestning mustahkamligi 30-40 % ga kamayadi, natijada u 2-3 marta bursala sinadi.

Tayyor asbestda asbest tolasining kesim yuzasi katta bo'lib, 15-20 va 25-30 m²/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.

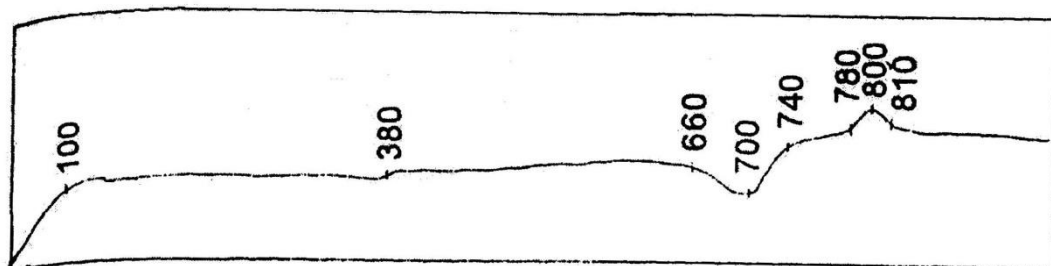
Gipsni sementga qo'shish, asbest sement qotishda ajralgan ohakni o'ziga singdirishini kuchaytiradi. Asbest tolasini havodagi namni ham o'ziga singdirish xususiyatiga ega. Bunda suvni singdirish asbestni titkilanishi qanday darajada ekanligiga bog'liq va o'rtacha 2,7% dan 5% gacha bo'ladi. Asbestni siqib ajratib olingan suvli eritma ishqoriy muhitga ega bo'lib rN-10,33 tengdir.

Xrizotil-asbest suvli yoki ishqoriy suyuqliklarda ushlansa bo'kadi. Bo'kish asbest tolasini uzunligi kamaygan sari oshadi. Natijada uning adsorbsion qobiliyati yanada ortadi. V.A. Naumov tekshirishlar asosida eng kichik asbest tolasini ham 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 ketgan joylar devorini kuch bilan itaradi, natijada bu tolachaniqolgan tolachalar bilan bog'lanishi buziladi va yangi yuza hosil bo'ladi. Umuman ohak suyuqligi tolachalarning 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 Ca(OH)_2 yutishi natijasida, uning suyuqlikdagi miqdorini kamaytiradi, shuning uchun sementning gidratlanishi va qotishi asbest-sementda beton va boshqa qarishmalarga 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 unimon 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 Ca(OH)_2 ishlab chiqadi. Asbestni adsorbsiya xususiyati yuqori bo'lganligi tufayli u Ca(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 (44-rasm). Agar asbest $660\text{--}810^\circ\text{C}$ 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 haroratsdan keyin asbest forsteritga - magniy silikat birikmasiga aylanadi va DTA egri chizig'ida ekzoeffekt hosil bo'ladi. Bug'lanish jarayoni batamom tugagandan so'ng asbest tolasi juda ham mo'rt bo'lib - oson maydalanadi, 1550°C da esa asbest eriydi.



44-rasm. Asbest mineralini DTA yordamida hosil qilingan egri chiziqlari

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 faqat 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.

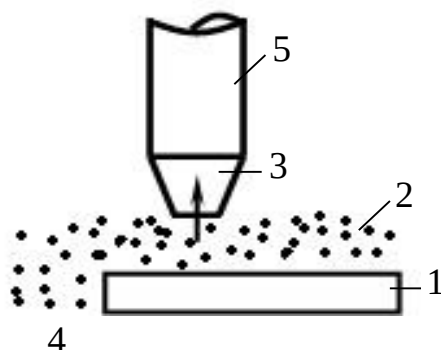
Bug'li muhitda 500°C gacha qizdirilganda xrizotil-asbest parchalanadi va forsterit va talk mineralini hosil qiladi. Asbestning issiqlik o'tkazish koeffitsienti 0,25-0,41 $\text{Vt/m}^{\circ}\text{C}$ teng, tolalari uzun titkilanib ajralgan asbestni bu kattaligi massasiga bog'liq va xajm massasi oshishi bilan issiqlik o'tkazish koeffitsienti xam oshadi. Asbest $600-700^{\circ}\text{C}$ 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 4-5 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) harakatlanuvchisaralagich ta’sirida yuqoriga ko‘tariladi va jins ostiga (4) joylanadi (rasm 45).



45-rasm. Harakatlanuvchi saralagich

Saralagichdan keyin jinsning yo‘nalishiga perpendikulyar qilib kichik teshigi (3) bor temir konussimon naycha (5) o‘rnatilgan.

Konussimon naycha siklon, eksgauster va chang yig‘uvchi kamera bilan birlashgan. Eksgauster hosil qilgan siyraklashish tufayli tashqi havo naychaga so‘riladi. Havoo‘zi bilan asbest tolani olib kiradi, tola esa siklonda qoladi, kalta o‘lchamli tolali asbest tutiladigan chang havo bilan birga eksgausterdan o‘tib chang tutuvchi kameraga kelib tushadi.

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

V. Tolalarning uzunligi bo‘yicha, birinchi bosqichda bo‘laklarga ajratiladi va surib olish orqali eng uzunlari olinadi. Oxirgi bosqichda tolalarni ajratish baraban xilidagi elaklardan o‘tkaziladi.

3-§ Asbestga qyʻiladigan talablar

Tayyor asbest sifati quyidagi koʻrsatkichli ifodaga ega boʻlishi kerak:

1. Oʻrta namunani ayirib olish.
2. Ifloslanish darajasi vatola uzunligi.
3. Tola tuzilishi.
4. Tolaning namlik darajasi.
5. Elastikligi.

Davlatlararo 12871-2013 «Xrizotil.Umumiy texnikaviy shartlar» (01.12.2016 yilda aktuallashtirilgan) davlat standartiga koʻra 8 navga va 39 xilga tola uzunligi, chang miqdori, tola shuzunligi 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 tolasini qay darajada titkilanib ajratilganiga qarab, asosan 4 teksturali gruppalar mavjud: qattiq, yarim qattiq, yumshoq va har xil teksturali asbest. Ular tegishliicha quyidagi harflar bilan ifodalanadi: Q, E, Yu, K.

Q - asbest asosan buzilmagan tolalardan va ezgʻilangan, lekin tolalar orasida boʻlgan bogʻlanish saqlanib qolgan va oʻzaroparallel boʻlgan tolalari bor xili.

E - ezgʻilangan tolalardan tarkib topgan.

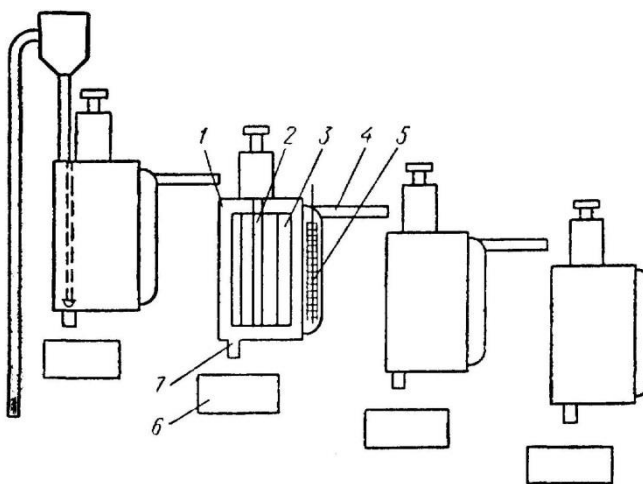
Yu - ninasimon uzun tolalari yoʻq, asosiy massasi paxtaga oʻxshab titilgan tolalardan iborat.

K - har xil aralash omixta va boyitish fabrikasini chang yigʻish kamerasida choʻkib hosil boʻlgan 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 oʻrnatilgan (5). Har bir elak teshiklari kvadrat tuzilishdagi toʻrlardan tashkil topgan. Ularning oʻlchami 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 uyurmаланishidan saqlaydi (rasm 46).

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.



46-rasm. Gidroklassifikator

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

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 8minutdan 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'rinishdagi 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.

4-§ Amfibolli asbest

Sanoatda xrozotil-asbestdan tashqari amfibolli 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.

Amozit boshqalardan tolasini uzunligi 250 mm bilan ajralib turadi. Rangi oq, yashil, bo‘g‘iq yashil bo‘ladi.

Antofillit - asbesto‘z tarkibiga ko‘ra amozitga yaqin - bunda magniy o‘rniga temir almashgan bo‘lishi mumkin. Rangi och kulrang. Erish temperaturasi 1150-1340°C, tola uzunligi 50 mm, tolalari qattiqqiyinlik bilan titkilanib ajraladi. Kislotaga chidamli bo‘lgani 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 o‘rtacha 5% gacha ikki valentli temir bilan almashgan bo‘lsa, u aktinolitli asbest deb ataladi. Rangi oq-kumush bo‘lib qisman yashil rangda tovlanadi. Tolasining mexanik qattiqligi yuqori bo‘lmagani uchun sanoat miqyosida hozircha ishlatilmaydi.

5-§ Sementlar

Xrizotilsementli buyumlar xom ashyosining ikkinchi vakili - portlandsement bo‘lib, u o‘zining tarkibi, kuydirish jarayoni, maydalanish darajasi, qotishi kabi xossalari bilan tayyor mahsulot olishda muhim o‘rin tutadiR

Portlandsement tabiatda keng tarqalgan ohaktosh va gilsimon jinslardan, ya‘ni 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_3 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 qumlitsementdan hamfoydalaniladi. 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 asa 3200-3800 sm^2/g teng bo'lishi kerak.

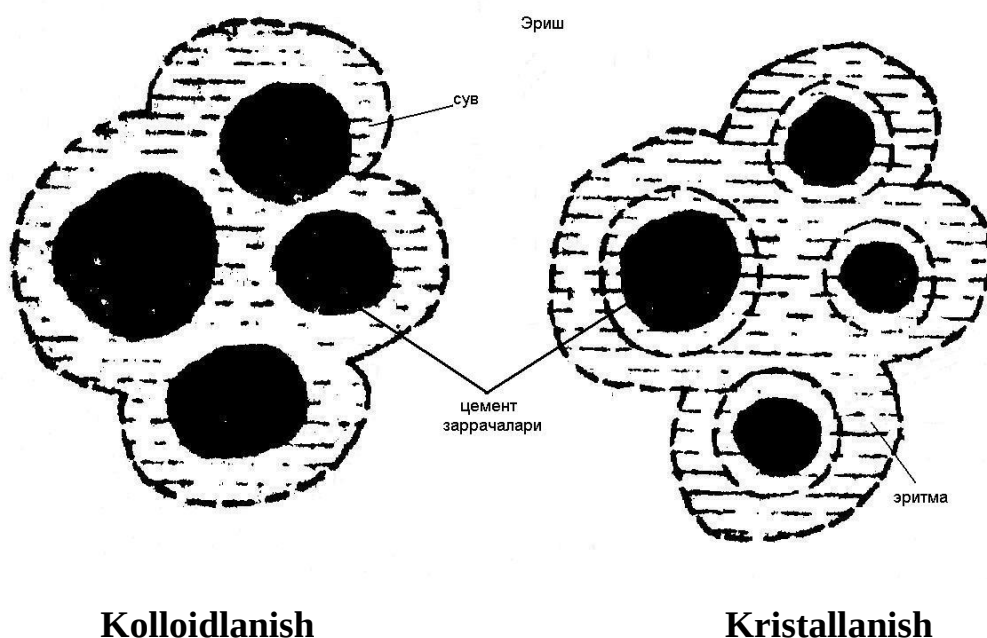
Sementning maydalanish darajasi sifatli asbest-sementli mahsulot olishda muhim ahamiyatga ega. Sababi asbest tolalari titkilanib ajratilgandan so'ng, o'ta mayda tolachalardan iborat yuza hosil qiladi, shunda sement donalari, mana shu tolachalar yuzasidagi oraliqni to'ldirgan bo'lishi kerak. Buning uchun 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.

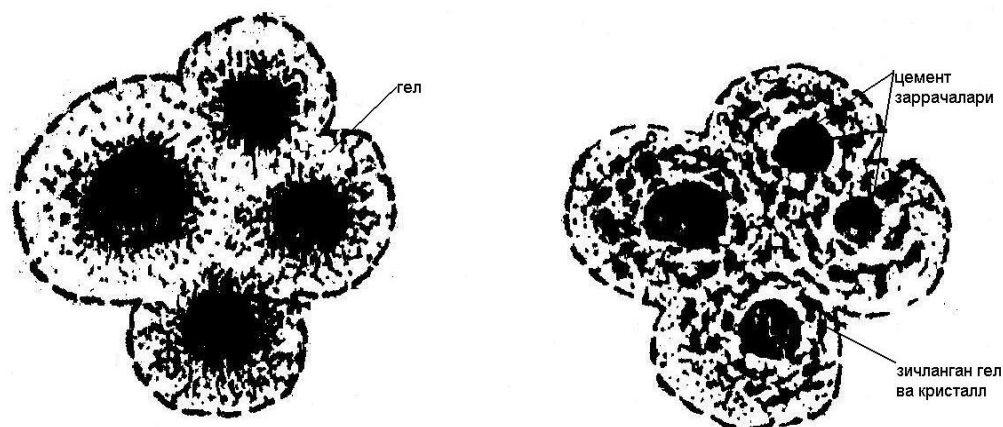
Agar sementning solishtirma yuzasi 2000 dan 4000 sm^2/g va unda 61,1% C_3S va 4% C_5A bo'lsa, sizib o'tish qarshilik koeffitsienti 2 marta oshadi. Sement tarkibida o'lchovi 10 mkm bo'lgan donachalar miqdori 20-23% oshgan bo'lsa, asbest-sementli omixtaning sizib o'tish xususiyati yomonlashadi, asbest-sement 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, qoʻshilayotgan moddalarning miqdori suvni tutib qolish xususiyatiga taʼsir koʻrsatadi..

47 rasmda portlandsementning kotish sxemasi kursatilgan. $Ca(OH)_2$ suvda yaxshi eriydi, u eritmaga oʻlchami kichik, oʻta mayda kristallar hosil qilgan xolda choʻkadi. Gidrosilikatlar va gidroalyuminatlar gel koʻrinishida hosil boʻladi. Bu jarayon boshida sement oson ishlov berish mumkin bulgan «xamirga» xos xususiyatiga ega boʻladi. Soʻngra u sekin asta zichlanadi va maʼlum mustahkamlikka ega boʻladi. Bu birikish yoki tishlashish jarayonining boshlanishi hisoblanadi. Omixtadagi suvni sement donachalari koʻproq soʻrib olishi natijasida omixtaning mustahkamligi ortadi. Bu davr qotish jarayoniga toʻgʻri keladi. Zichlanish bilan bir vaqtda $Ca(OH)_2$ ning qayta kristallanishi va gidroalyuminatlarhosil boʻlishi sodir boʻladi. Bulardan farqli xolda gidrosilikatlar uzoq vaqt oʻzgarishsiz qoladi (47-rasm).





47-rasm. Portlandsement qotish sxemasi

Sementning suv bilan birikish tezligi quyidagilarga bogʻliq:

- sement donachalarining oʻlchamiga. donachalar qanchalik mayda oʻlchamli boʻlsa, ularning yuzasi shuncha katta boʻladi va u tezda suv bilan birikadi;
- suv bilan birikish jarayoni temperatura koʻtarilsa tezlashadi;
- ayrim mineral tuzlar qoʻshilsa birikishi osonlashadi;
- sementning mineralogik tarkibi taʼsir etadi.

Biz yuqorida aytgandek asbest-sementli buyumlarda seimentning suv bilan birikishi betonga qaraganda tezroqkechadi. Bunga sabab asbest tolalari hosil boʻlgan suvli birikmalarni koʻproqoʻziga singdiradi.

Portlandsementning qotish jarayoni issiqlik ajralib chiqishi bilan boradi, chunki klinker minerallarining ichki energiyasi, suv bilan birikib, hosil boʻlgan yangi birikmalarning energiyasidan koʻpdir. Minerallar issiqlik ajratish xossasiga koʻra quyidagicha taqsimlanadi: $C_3A \rightarrow C_3S \rightarrow C_4AF \rightarrow C_2S$

Asbest-sementli buyumlarni tayyorlashda seimentning qotishida issiqlik ajralib chiqishi ijobiy ahamiyatga ega, chunki bunda qotish davrining boshidayoq mexanik mustaqillikni ortishini tezlashtiradi. Sement buyumlarining oʻrtacha/80-85/ ogʻirliginitashkil qilishni hisobga olsak, ajralib chiqish mumkin boʻlgan issiqlik miqdorini bilib olamiz va buni albatta hisobga olish kerak.

6-§ Suv, b̄yoqlar, kimyoviy q̄shimchalar

Asbest-sement mahsulotlar ishlab chiqarishda toza daryo yoki ichimlik suvidan foydalaniladi. Uning tarkibida organik qo'shimchalar bo'lmazligi kerak, chunki ular asosiy xom ashyo - bog'lovchi materialni suv bilan birikish tezligini, mustahkamligini kamaytiradi. Qo'shimchalarning miqdori ichimlik suvidagidan ko'p bo'lmazligi 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 tolasi 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 yangiqoliplangan 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.

11 bob. Sement-asbest-suv sistemasi

1-§ Portlansementni gidratatsiya jarayoniga asbestning ta'siri

Asbest-sementli buyumlar - bog'lovchi materialni yupqa va kalta asbest tolasi bilan aralashishdan hosil bo'lgan turli xil qattiq mahsulot hisoblanadi. Asbest tolasi xos yuqori mustahkamlik o'z navbatida u asosida tayyorlangan buyumlarni cho'zilishga, buralishga va kuch bilan ta'sirga bo'lgan mustahkamligini oshiradi. Chunki yangi suv bilan aralashgan sement donachalari deyarli mustahkamlikka ega bo'lmaydi. Shuning uchun unga asbest tolasi qo'shilsa, u butun massa bo'yicha tarqalib, sement donachalarini o'zaro bog'laydi, natijada yangi qoliplangan asbest-sement taxtasaning mustahkamligi ortadi. Qisqa muddatda asbest tolasi sement bilan aralashishiga qaramay, tolachalar sement massasi bo'ylab keng tarqalib ketadi. Asbestni Ca(OH)_2 yutishi sement toshqoldagi boshqa minerallarning suv bilan birikishini tezlashtiradi, natijada sementning qotish muddati tezlashadi, shunday qilib biz ko'rib o'tgan asbest-sement-suv sistemasi oddiy uchta moddani aralashmasi bo'lmay, balki murakkab sistema hisoblanadi. Sement va asbest orasida o'zaro murakkab jarayonlar tufayli sementning suv bilan birikish tezligi oshadi, natijada tolachalar bilan asbest-sement donachalarining bog'lanishi mustahkamlanadi.

Asbest tolachalari sement massasi bo'ylab yupqa mato - to'r hosil qiladi. Ma'lumki, asbest-sementli buyumlar qurilish inshootlarida asosan eguvchi kuchlar ta'sirida bo'ladi, natijada buyumda siquvchi va cho'ziluvchi kuchlanish vujudga keladi. Asbest-sement quvurlarda asosan cho'zuvchi kuchlanish bo'ladi. Bunday kuchlanish asosan asbest tolachalariga to'g'ri keladi, sababi ularning cho'zilish kuchlanishga bo'lgan chidami yuqori bo'ladi. Sement siquvchi kuchlanishni o'ziga yutadi va asbest tolachalari bilan birikib yaxlit tosh hosil qiladi.

P.I.Sokolov va boshqalar sement tarkibida titkilanib ajramagan asbest tolasi qanday qilib mustaxkam birikkanligini o'rganishdi. Bunda tolachaniqanday kuch bilan qotgan sementdan tortib olishni aniqlagandan so'ng

va bu topilgan qiymat sementga botirilgan tolachaning yuzasiga nisbatan olib, qotib qolgan sement bilan asbest tolasini tishlanish mustahkamligi oralig'ini hisobladilar. Agar sement tarkibidagi C_3S mineralining miqdori ortib borsa, tishlashish mustahkamligi ortadi, ya'ni to'yinish koeffitsientining birligi oshishi bilan tishlanish mustahkamligi ham ko'payadi.

Quyida keltirilgan raqamlar ham mustahkamlik sement qotish davri cho'zilgan sari ko'payishini ko'rsatadi

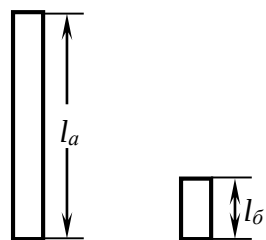
.Sement turi	Mexanik mustahkamlik, MPa		
	7 kun	28 kun	3 oy
«300 va 400»	32,7	41,8	45,7
«200 va 250»	26,7	29,4	39,5

2-§ Portlandsement qorishmasi bilan xrizotil asbest tolachalarining birikishi

Asbest va sement suv bilan aralashtirilganda, asbest tolasini ustiga dastlab o'lchami kichik sement donachalari yopishadi, yirik donachali sement esa buyum hosil bo'lishida tolachalar oralig'ini to'ldiradi. Ma'lumki, kichik o'lchamli donachalar asbest tolasini bilan katta yuzali birikish maydonini hosil qiladi, bular esa tolachalarni sement birikish mustahkamligini ortishiga olib keladi.

Agar asbest sement mahsulotini ma'lum kuch ta'sirida singan bir bo'lagini kuzatilsa, unda ajralib chiqib turgan asbest tolachalarining qoldiqlarini ko'rish mumkin. Bunga sabab, tolachalar bilan sement donachalarini o'zaro birlashishi tolachalarni cho'zilish mustahkamligidan kam ekanligidir.

Qoldiq tolalarning aylanma o'lchamini asbest massasini tashkil qiluvchi tolalar bilan taqqoslansa qoldik tolaning aylanma o'lchami katta ekanligini ko'rish mumkin, yaxshilab titkilab ajratilgan tolachalar esa mahsulot singanda uzilib ketadi.



48-rasm. Asbest tolachalari

48-rasmda keltirilgan ikkita tolani "a" va "b" harflar bilan belgilaylik.

Tolalarning aylanma o'lchamlari teng, lekin uzunligi bo'yicha "a" tola "b" toladan 4 marta katta (ya'ni $l_a = 4l_b$).

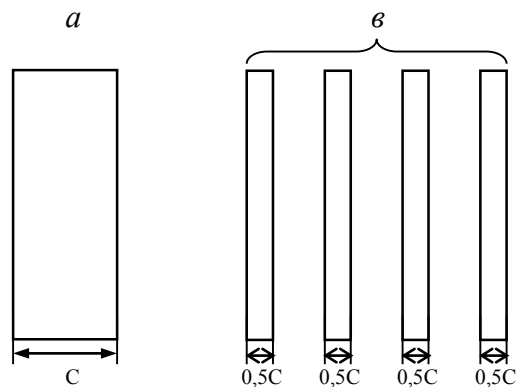
Ma'lumki, asbest tolalarini sement donachalari bilan o'zaro birikishi ularning tashqi yuzasini katta-kichikligiga bog'lik. Agar tashqi yuza qancha katta bo'lsa birikish mustahkamligi shuncha oshadi. Agar o'lchami har xil asbest tolasini ishlatilgan bo'lsa, tashqi yuza olingan nisbatdagi asbest tolasini uzunligidan shuncha katta bo'ladi. Demak, "a" tola "b" tolaga qaraganda 4 marta ko'proq asbest-sement mahsulotda birikkan bo'ladi.

Asbest-sement mahsuloti ishlab chiqarishda asosan uzunligi 1-2-3 mm bo'lgan tolali asbest ishlatiladi. Tolalar mahsulotda yaxshi birikishi uchun ma'lum shaklga ega bo'lishi kerak.

49- rasmda keltirilgan "a" tolaning ko'ndalang kesimi kvadrat ko'rinishda bo'lib, uning tomonini "s" harfi bilan belgilaylik. Agar bu tola o'z o'qi atrofida titkilab to'rtta teng qismga ajratilsa, ko'ndalang kesimi kvadrat bo'lgan, lekin o'lchami "a" tolaga qaraganda 2 marta kam bo'lgan, ya'ni 0,5 sga teng to'rtta tola hosil bo'ladi.

"v" tolaning yon tomoni "a" tolani yon yuzasidan 2 marta katta, chunki bunda oldingi yuzaga yangi yuzalar kelib qo'shildi, ularning yig'indisi "a" tolaning yon yuzasiga teng. Demak, agar "a" tolani titkilab 4 qismga ajratilsa asbestning yon yuzasi ikki marta ortadi.

Asbest tolasini sement donachalari bilan mustahkam biriktirish uchun tolani imkoni boricha ingichka qilib titkilash kerak (49-rasm).



49-rasm. Asbest tolalari

Mustahkam birikish tolaning uzunligi "v" uning aylanma o'lchamiga bo'lgan nisbati bilan aniqlanadi va ma'lum qiymatga ega. Asbest tolasining cho'zilgandagi mustahkamlik chegarasi qiymati va asbest tolasini yuzasinihamda sement donachalarining bog'lanish mustahkamlik chegarasi qiymatlarima'lum bo'lsa, bu nisbatning eng kichik qiymatiga hisoblash mumkin.

Qilingan hisoblarga ko'ra bu nisbat jipslashtirilgan buyumlarda l/d 75 dan jipslashtirilmagan buyumlarda l/d 100 dan kichik emas. Ma'lumki, asbest titkilab ajratilsa uning yuzasi oshadi, demak, sement ham qanchalik ko'p maydalangan bo'lsa, shuncha ko'p asbest yuzasini qoplaydi.

Bundan o'ta ingichka qilib titkilangan asbest uchun solishtirma yuzasi katta bo'lgan sement ishlatish kerak degan xulosa kelib chiqadi. Ayniqsa agar tolasini o'lchami kvota bo'lgan asbest tolasini ishlatilganda buni hisobga olish kerak. Tolani ingichkalik, kattaligi bilan sement donachalarining maydalanish darajasini o'zaro nisbatidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\frac{a}{b} = 0,11 \frac{d_a^2}{(d_a + d_y) \cdot d_y} \quad (1)$$

bu erda: a - omixtadagi asbest miqdori,

v - omixtadagi sement miqdori,

d_a- asbest tolasini titkilash darajasi;

d_s - sement donachalarini maydalanish darajasi.

Bu tenglama asbest-sement omixtasini asosiy 4-ta ko'rsatkichlarini o'zaro bog'liqliklarini ham belgilab beradi. Agar jipslashtirilgan buyumlar uchun $l/d = 75$ va jipslashtirilmagan buyumlar uchun $l/d = 100$ bo'lsa va asbest bilan sementni o'zaro nasbati (I) tenglamada keltirilgan qiymatga to'g'ri kelsa, unda biz asbest-sement omixtasidan mexanik xossalari yuqori bo'lgan buyumlar tayyorlashimiz mumkin. l/d nisbatdan ko'rinib turibdiki, asbest tolaning uzunligi qanchalik kichik bo'lsa, uni shuncha ko'p ingichka tolalarga ajratash kerak. (I) tenglamaga ko'ra esa asbest tolasi qanchalik ingichka bo'lsa, sement donasi shuncha ko'p maydalangan bo'lishi kerak. Agar tola uzunligi 30-40 mikron bo'lsa, sement donachalarining maydalanish darajasid_s = 0,434 (30-40) = 13 + 7 mikrondan katta bo'lmasligi kerak.

3-§ Asbestsementning mexanik xossalariga asbest tolalarining joylashishining ta'siri

Biz asosan asbest tolasini sement donachalari birikishi bilan bog'liq bo'lgan sharoitlarini ko'rib chiqdik. Bundan tashqari buyumlarning mustahkam bo'lishi uchun tolalar malum bir tartibda joylashishi kerak:

- a) asbest tolaning yunalishi kuchlanishlar yo'nalishiga mos kelishi kerak;
- b) sement bilan birikkan tolaning mustahkamligi shu tolalarni uzilishiga chidaydigan mustahkamlikdankam bo'lmasligi kerak. Ko'pchilik asbest-sementli mahsulotlar asbest-sement omixtasining suvi kamaytirilgandan so'ng bir-birining ustiga qavat-qavat qilib joylashtiriladi. To'rtli moslama ustida yupqa qatlam hosil qiladi. To'rtli silindr o'z o'qi atrofida aylantirilsa, tolalar ma'lum yo'nalishga ega bo'ladi va bu narsa saqlanib qoladi, o'zaro qavat bo'lib joylashishi tufayli qolip turiga qarab, taxtasimon, quvursimon buyumlar hosil qilinadi.

Aralashma qanchalik suyultirilgan bo'lsa, asbest tolasi shunchalik yo'nalgan bo'ladi. Tolaning yo'nalishi uzunligining oshishi va sim to'rtli bilan qoplangan silindrning aylanish tezligini ortishi bilan yaxshilanadi. Asbest tolaning sim to'rtli silindr aylanadigan tomoni bilan hosil qiladigan burchagi 30° dan 40° gacha, teng bo'ladi. Jumladan agar 3 yoki 4 xil asbest ishlatilsa va asbest-sement aralashmasi tarkibidagi suvning miqdori 96-97% bo'lsa bunda burchak

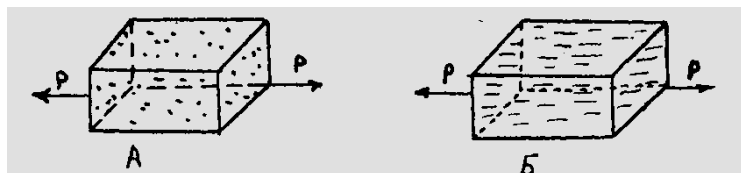
30°ga teng bo'ladi. Taxtasimon asbest buyumlar uchun, bunda 4,5 va 6 xil asbest va suvning miqdori o'rtacha 97% teng bo'lsa, burchak 40° ga teng bo'ladi. Demak tolalarning qoliplashda joylanishi ular hosil qiladigan qavatning qalinligi va sim to'rtli silindr moslamaning aylanish tezligi bilan belgilanadi. Ma'lumki, asbest tola o'z uzunligi bo'yicha qavat qalinligidan oshiq bo'ladi, jipslashtirilgan holatda qavat qalinligi 0,12 dan 0,40 mm bo'ladi, shuning uchun dastlab hosil bo'lgan qavatlardagi asbest tola o'zaro parallel tekisliklarda joylashgan bo'ladi.

50-rasmda ko'rsatilgan holatlarni ko'rib chiqaylik. Bundan maqsad asbest tolani joylashishi bilan buyumning mexanik xossalari orasidagi bog'lanishni ko'rib chiqishdir. Chunki buyumlarning cho'zilish va buralish kabi kuchlanishlarga bo'lgan mustahkamligi ularda ishlatiladigan tolaning mexanik xossalariga bog'liqdir.

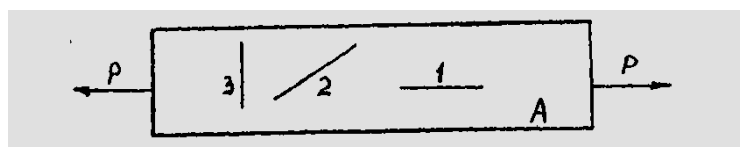
Asbest-sement jismi A harfi bilan belgilaylik. Bu jism 50-rasmda ko'rsatilgandek R-R kuchlari ostida cho'ziladi. Agar asbest tolasi betartib joylashgan bo'lsa, bu kuch bilan har xil kattalikdagi burchak hosil qiladi. Asbest-sementda tolaning bunday tarzda joylashishini ma'lum xildagi qolipga sement va asbestdan iborat namlangan aralashmani solish orqali hosil qilinadi. A – jismda ko'p bo'lgan toladan 3-tasini ajratib olamiz: 1-tolaning yo'nalishi R-R kuch yo'nalishi bilan bir xil, 2-tolaning yo'nalishi kuchlar yo'nalishi bilan 0 gradusdan oshiq, lekin 90 gradusdan kichik burchak hosil qiladi va 3-tola esa R-R kuch bilan 90 gradus hosil qiladi (51-rasm). Bunda 3-tola A- jismni cho'zuvchi R-R kuchga qarshilik ko'rsatmaydi va uni armatura sifatida foydalanish koeffitsienti nolga teng.

1-tolaning foydalanish koeffitsientini I ga teng 2-tolaning foydalanish koeffitsienti noldan katta va I dan kichik. Demak I-tola eng katta qarshilik ko'rsatish ko'rsatkichiga ega. Bundan asbest-sementli buyumlarda asbest tolalaridan qaysi birining yo'nalishi shu buyumga ta'sir etayotgan kuch hosil qilgan yo'nalish bilan bir xil bo'lsa tola bu kuchga eng ko'p qarshilik ko'rsatadi, degan xulosa kelib chiqadi. Enditolalarni joylashishi buyumlarning mustahkamligiga qanday ta'sir ko'rsatishini ko'rib chiqaylik. Buning uchun asbest-sement quvuridan qirqib

olingan A va B bo'laklarni olamiz. A bo'lak namlangan asbest-sement aralashmasini qolipga joylashtirish orqali hosil qilingan buyumdan olingan. B bo'lak esa asbesg-sement omixtasini qavat-qavat qilib hosilqilingan buyumdan olingan.

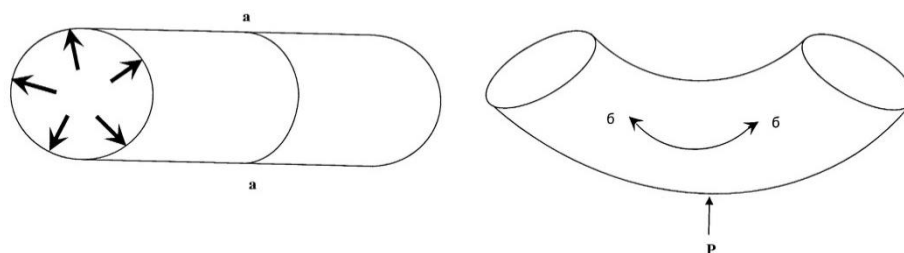


50-rasm



51-rasm

A va B bo'laklar qirqib olingan quvurlarda ular ichidan o'tadigan suvning bosimi tufayli, quvur devoriga ta'sir etuvchi kuchlanish vujudga keladi. Bu kuchlanishi R-R harfi bilan belgilanadi (rasm 52) – list orqasida.



Rasm 52. Quvur devoriga ta'sir etuvchi kuchlanish.

Asbest tolalarini A va B quvur bo'laklarida joylashishi har xil, jumladan, A bo'lakda tolalar betartib joylashgan, B bo'lakda esa batartib joylashgan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, quvurlarning B bo'lak qismini shu ko'rinishga ko'rsatgan qarshiligi ko'p, ya'ni bu quvurni asosini tashkil qiluvchi asbest-sement aralashmasini mexanik mustahkamligi yuqori. Aebest-tolasini joylashish yo'nalishi quvur devoriga ta'sir etayotgan bosim tufayli vujudga kelgan kuchlanish yo'nalishi bilan bir hil

bo'lsa, ikkinchi quvurning mustahkamligi ortadi. Quvurga kuch turli yunalishda ta'sir ko'rsatadi, masalan, suvning bosimi, erning bosimi va xokazo.

Suvning bosimi tufayli quvurda cho'zuvchi kuchlanish vujudga keladi va agar bosim katta bo'lsa, quvur o'z o'qi atrofida yoriladi. Bundan shunday xulosaga kelish mumkin quvurning suv bosimiga qarshiligini oshirish uchun, asbest tolasining joylashishi quvur aylanasi to'g'ri kelishi kerak, ya'ni a-a yunalishda bo'lishi kerak. Erga yotqizilgan quvurga erning past tarafidan bosim bilan ta'sir ko'rsatadi. Agar bu bosimning qiymati katta bo'lsa, unda quvur bukiladi va sinadi. Quvurning qarshiligini oshirish uchun asbest tolasini joylashishi b-b yo'nalishda bo'lishi kerak. Ko'pincha asbest quvurlarga suv bosimining ta'siri ko'proq bo'ladi, shuning uchun bunday quvurlar tayyorlashda asbest tolasining joylashishini quvur aylanmasiga moslashtiriladi. Bunday xolda qoliplarda asbest-sement aralashmasining yupqa qatlamlaridan foydalaniladi. Bunda tolalarning tekislikda joylashishi, bunday buyumlarda hosil bo'luvchi kuchlanishlar yo'nalishiga to'g'ri keladi.

12bob Asbestsement massasini tayyorlash

1-§Asbestsement massasini tayyorlash usullari va texnologik sxemalari

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 asbesg-sementli mahsulot asosan birinchi usul, ya'ni xo'l usulni qo'llash orqali ishlab chiqarilmoqda, shuning uchun bu usul xaqida 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 xili, keltirilgan joyining nomi va boshqa ayrim belgilariga ko'ra joylashdan boshlanadi (53-rasm). Ombordan asbest uzatuvchi vosita yordamida (1) o'lchagich moslamalarda (2) xillariga 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'lhagich (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 l suv quyiladi. Turbo aralashtirgichdan so'ng suyuq aralashma yig'uvchi moslamaga (10) kelib tushadi undan tarnovga (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 darajasioshgan aralashmataxtasimon asbest-sement mahsulotni qoliplovchi mashinalarni (13) vannasiga keli6 quyiladi.

Bu mashinalarning 3 ta sim to'r bilan o'ralgan silindrlari (16) bo'lib, ularda suyuq asbest-sement aralashmasidagi suvning miqdorikamaytiriladi. Sizib chiqqan suv suv-to'plovchi moslamaga (15) kelib quyiladi. Nam asbest-sement qavatning qalinligi o'rtacha 1 mm bo'ladi. Bu qavatharakatlanuvchi lenta (17) yordamida o'rovchi aylanma moslamaga (30) uzatiladi. Lenta bilan birga harakatlanuvchiqavato'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-sementaralashmasiningo'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 qatlamhosil 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.

Qoldiqqatlam bo'laklari uzatuvchi vosita (21) yordamida aralash-tirgich (29)ga yuboriladi, unda suv bilan aralashtirilgach, suyuq asbest-sement aralashmasiga aylanadi va undan yana foydalanish mumkin bo'ladi.

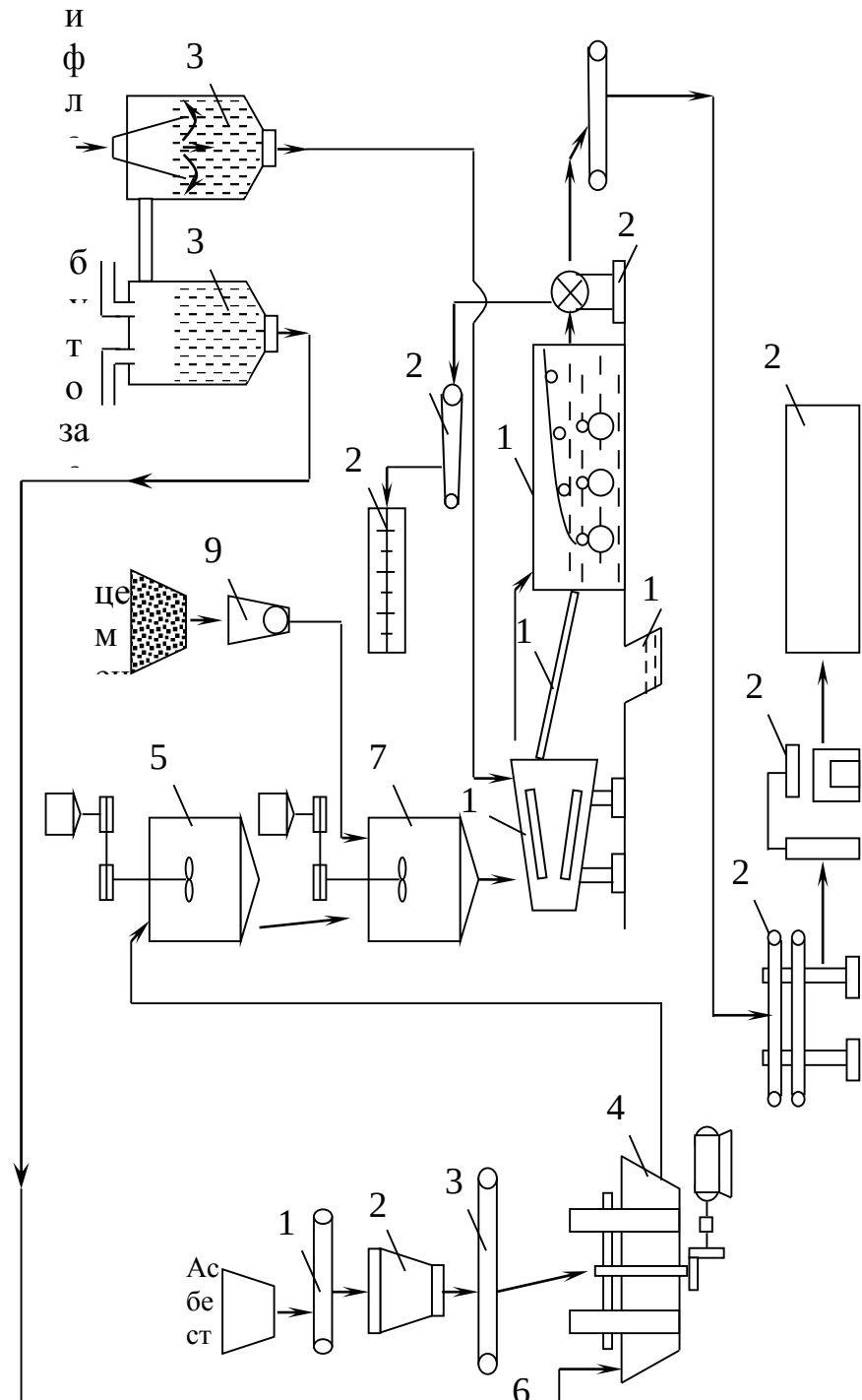
Tayyorlanayotgan mahsulotning turiga qarab asbest-sement qatlamlariga ishlov berish bir-biridan farq qiladi. Jumladan, yassi qatlamli ma'lum qalinlikdagi buyumlar olish uchun qatlamlar orasiga temirdan qilingan yupqa ajratgich joylanadi va qatlamlar qo'shimcha zichlash uchun katta bosimda ishlaydigan 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 vaktda 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 ularda o'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.



2-§. Xom ashe materiallarini saqlash

Asbest-sement mahsuloti ishlab chiqaruvchi korxonalarda asosiy va yordamchi xom ashyo turlarini saqlash uchun maxsus omborlar mavjud. Asbest korxonaga matodan yoki kog‘ozdan tayyorlangan qoplarda temir yo‘l vagonlari orqali keltiriladi. Qopning o‘lchami 800x400x150 mm, og‘irligi 30 kg bo‘ladi, zichlashtirilgan qisminiki esa 740x450x210 mm, og‘irligi 45 kg bo‘ladi. Asbest bilan to‘lgan qop harakatlanuvchi lentali moslamalar orqali yoki bo‘lmasa maxsus yuk tushiruvchi moslamalar yordamida tushiriladi.

Omborlarda asbest keltirilgan joyning nomi, xili bo‘yicha ajratilgan xolda balandligi 3,5 m bo‘lib saqlanadi. Omborlarning xajmi asbest olib kelinadigan joyning uzoq-yaqinligiga bog‘liq. Agar oraliq 500 km bo‘lsa asbestning miqdori 10 kunga, 2000 km bo‘lsa 20 kunga etadigan va oraliq 2000 km oshiqbo‘lsa 30 kunga etishi kerak. Omborda asbest xom ashyo omixtasini tayyorlash joyiga ko‘tarma kran yoki uzatuvchi moslama o‘rnatiladi.

Sementni asbest-sement korxonalariga tashimaslik uchun bunday korxonalar bir-biriga yaqin joyga quriladi. Agar asbest-sement korxonasi sement korxonasidan 5 km atrofda joylashgan bo‘lsa unda sement korxonasida sement saqlovchi omborlar quriladi, undagi sementning miqdori 15 kun ishlashga etadigan bo‘lishi kerak. Bir kunda 110 tonna sement, quvurlar ishlab chiqarish uchun esa 60 tonna kerak bo‘ladi, asbestni miqdori esa 15 va 9 tonnani tashkil qiladi.

Sementning harorati 70°C dan oshmasligi kerak, chunki undan yuqori bo‘lsa, sement suv bilan aralashtirilganda tez qotib qoladi, tayyor mahsulotga to‘lqinsimon ko‘rinishni berishda unda darz ketishiga olib keladi. Sement omboridan asbest-sement korxonasining omboriga kuchli havo oqimi yordamida quvurlar orqali yuboriladi. Yordamchi xom ashyo turlaridan - yarim akrilamid poliztilen qoplarda, bo‘yoqlar esa idishlarda 1,5 kun ishlashga etadigan miqdorda saqlanadi.

3-§ Asbestsement massasini tarkibini loyihalashtirish

Asbest-sement massasini tarkibi 4-ta ko'rsatkichlar bilan ifodalanadi.

- 1) asbestni miqdori foizda – a
 - 2) sementni miqdori foizda – v
 - 3) asbest tolasini titilish darajasi, zarrachalarni o'rta me'yordagi diametri - d_a
 - 4) portlandsementni maydalanish darajasi – zarrachalarni diametri – d_x
- Ko'rsatkichlarni bog'lanishi quyidagi formuladan kelib chiqadi:

$$\frac{a}{b} = 0,11 \frac{d_a^2}{(d_a + d_y)d_y} \quad (1)$$

Asbest zarrachalarini o'rta diametrini aniqlash uchun asbestni adsorbtsion xossalriga 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 o'lchab olib S-ni aniqlab olish mumkin.

Portlandsement zarrachalarni o'rta diametrini aniqlash uchun, sedimentatsion usuli bo'yicha 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 .

Qgramm 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, S₁, S₂ - S₃

(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 f₁, f₂, f₃... f_n, ularni yig‘indisini – F deb belgilaymiz.

$$f_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} \cdot \sin 60^\circ c_1$$

$$f_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} \cdot \sin 60^\circ c_2$$

$$F = f_1 + f_2 + \dots + f_n = \frac{\pi}{4} (d_1^2 \cdot c_1 + d_2^2 \cdot c_2 + \dots + d_n^2 c_n) \cdot \sin 60^\circ = \frac{\pi}{4} \cdot d_{yp}^2 \cdot c \cdot \sin 60^\circ \quad (5)$$

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:

$$C = \frac{V \cdot 10000^3}{\frac{1}{6} \cdot \pi d_{yp}^3} \quad (7)$$

4-§ 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 mitti 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, Ca(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.

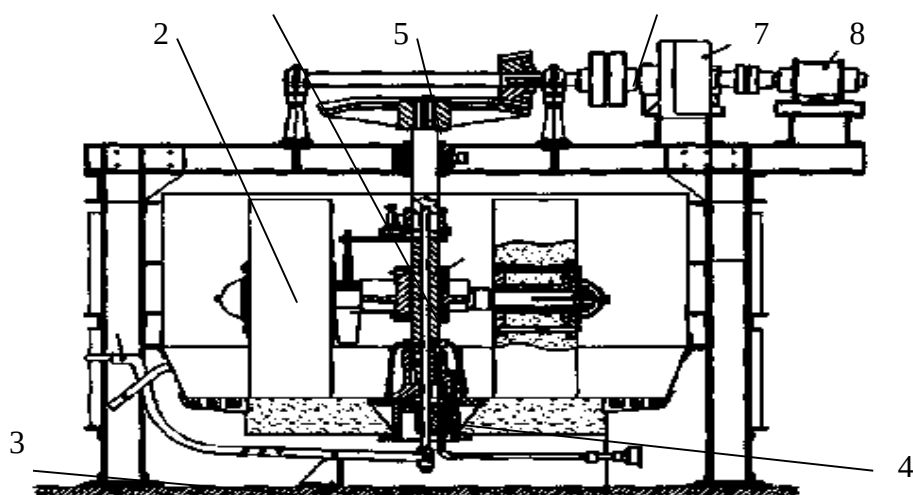
2. Mahsulotning mexanik xossalari oshadi.

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 tejabqolinadi, buyumlarning mexanik mustahkamligi 10% oshadi, suv yutishqobiliyati 2,5% ortadi. Asbest begunga (54-rasm) solingandan so'ng begunning 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, begunning temir toshlari sirg'ana boshlaydi va asbest ko'p eziladi, natijada tosh oldida yig'ilib qolgan asbestishlanmay qoladi.



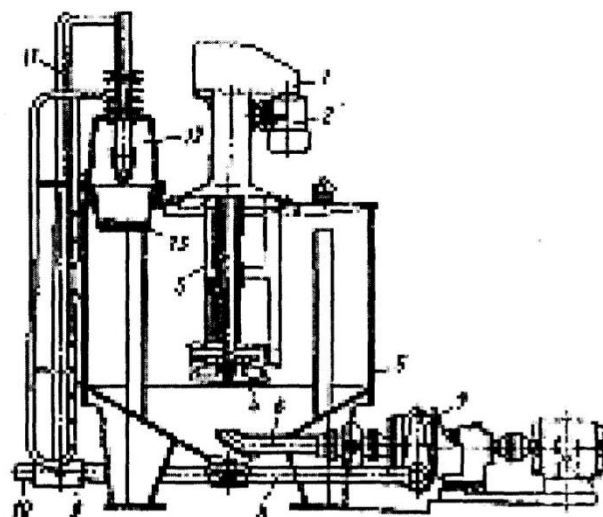
54-rasm. Begun

1 – vertikal o'q; 2 – g'altaklar; 3 – jom; 4 – parraklar; 5 – tishli yuritma; 6 – mufta; 7 – reduktor; 8 – elektrodvigatel.

Hozirgi kunda korxonalarda asosan ho'l usulda tayyorlash ishlab chiqarilmokda. Bir vaqtda begunda ishlov beriladigan asbestning og'irligi 15 kg, ishlovmuddati 12-25 minut, namlik darajasi 3-37% bo'ladi. Agar qo'shilayoggan suvning miqdori kam bo'lsa uning foydasi sezilmaydi, suv miqdori ko'p bo'lsa esa yuqorida aytganimizdek bunning ezig'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 gollendor 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.

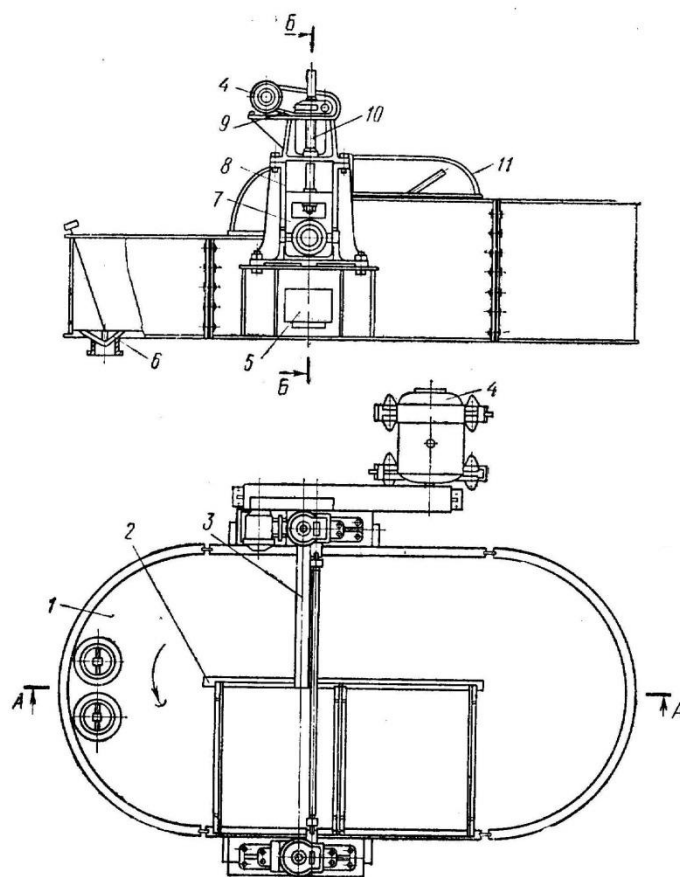
Hozirda sanoatda asosan ikki xil tuzilishdagi gidrotitgichlardan foydalaniladi. Asbest-sementli buyumlar ishlab chiqaradigan korxonalarni loyihalovchi ilmiy-tekshirish instituti loyihasi bo'yicha tayyorlangan gidrotitkichlovchi moslama silindrsimon ko'rinishda bo'lib, pastki qismi konussimon qilib ishlangan 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 (55-rasm).



55-Rasm. Gidrotitkich

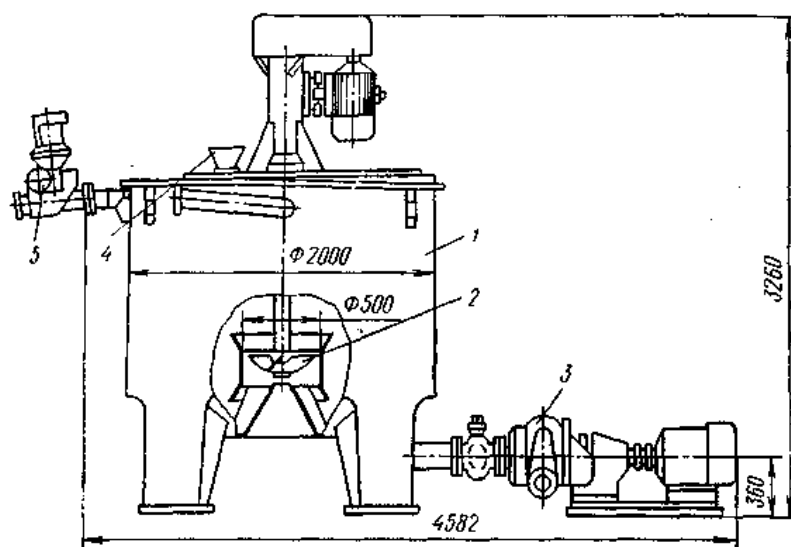
Gidrotitkilovchi quyidagi tarzda ishlaydi. Unga suv tozalagichdan tozalangan suv kelib quyiladi. Keyin bosqonlar ishga tushiriladi va begunda ishlov berilgan asbest tolasi qo‘shiladi. Bir vaqtda asbest tolasi suv bilan aralashadi va parraklar yordamida titkilanadi. Asbest tolasiga ishlov berish, qo‘shilgan 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 (56-rasm gollender).



56-Rasm. Gollender

1-vanna, 2-to'siq, 3-val, 4-elektrodvigatel, 5, 6-lyuklar, 7-ramki-podveski, 8-napravlyayuychie stoyki, 9-klinoremennaya peredacha, 10-vint, 11-kojux



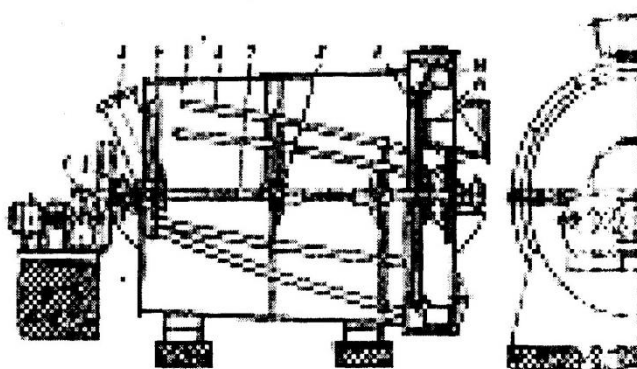
57- rasm. Turboaralashtirgich

1 – rezervuar; 2 – diffuzor; 3 – nasos; 4 – qabul qiluvchi voronka; 5 – klapan.

Quvursimon aralashtirgich asbest omixtasini sement bilan aralashtirish uchun xizmat qiladi (57-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)



58-Rasm. Aralashtiruvchi mexanizm

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 o'rtacha 12% tashkil etadi, shuning uchun undan qayta foydalanish iqtisodiy nuqtai nazardan albatta kerak. Aralashtirgichlarda nafaqat qirqim bo'laklar, balki ayrim sabablarga ko'ra keraksiz deb topilgan tayyor mahsulot namunalari ham qayta ishlanadi.

5-§ Asbestsement aralashmasini qattiq fazasining strukturasini tuzilishi

Titkilab ajratish tufayli tolalarning mayda-yirikligi vako‘rinishi o‘zgaradi. Texnologiya jarayonning 6irinchi bosqichida tolalar orasidagi bog‘lanish kuchsizlanadi, natijada tolalar ezg‘ilanadi, lekin ular turli holatini saqlab qoladi. Ikkinchi bosqichda esa ezg‘ilangan tolalar o‘zaro parallel va elpig‘ichsimon ko‘rinishdagi tolachalar to‘plarinihosil qiladi.

Aralashtirgichlarda ishlov berilganda turbulentli muhit ta’siri tufayli tolalar taralgandek bo‘lib qoladi va ularning mayda tolachalarga bo‘linishi davom etadi. Tolalarining aylanma o‘lchovikamaygan sari ularni bukish uchun kam sarf qilinadi, va tolalar borgan sari ko‘proqo‘z ko‘rinishini o‘zgartiradi, doirasimon, zanjirsimon ko‘rinishdagi holatlarni hosil qiladi. Agar titkilab ajratishni to‘xtatmay davom ettiraversak borib-borib o‘zaro birikib, ajratish qiyin bo‘lgan o‘ta mayda zarrachalar to‘plami hosil bo‘ladi, ya’ni bunda titkilab ajratishga qarama-qarshi jarayon ketishi mumkin. Demak, titkilab ajratuvchi moslamada tolalarga ishlov berishni chegarasi bor, ya’ni bunda flokulalar hosil bo‘lgandan so‘ng ularni ajratish befoyda. Sababi flokulalar hosil qilgan tolalarni kerakli yo‘nalishda sementtoshda joylashtirib bo‘lmaydi, natijada ularning armirovka qilish qobiliyati keskin kamayib ketadi.

Asbest tolasining sement donachalari bilan o‘zaro birikishda juda muhim o‘rin tutadi. Chunki shunga qarab ularning suvsizlanishi, fizik-mexanik xossalar o‘zgaradi. Odatda o‘zaro birikish, tarkibi murakkab agregatlarni yuzaki kuchlarning ta’siri ostida hosil bo‘lishiga olib keladi. Bu agregatlarning hosil bo‘lishi sharoiti, o‘lchami, ko‘rinishi ko‘p jihatdan asbest tolasini titkilanish darajasi, sement donachalarini maydalik darajasi xossalariga bog‘liq. Asbest tolasida tarkibida bo‘lgan agregatlar, chang zarrachalari, shag‘al va ularni sement bilan birikishi natijasidahosil bo‘ladigan agregatlar, xom ashyo aralashmasining tuzilishini belgilab beradi. Chunki bu tuzilishni aniq bilish asbest-sement aralashmasidan tayyorlanadiganbuyumlarni suvsizlanish, zichlashish kabi bir qator xossalarini aniqlashga imkon beradi.

Xom ashyo aralashmasidan buyumlarni hosil qilishda, shu tuzilish buzilmay saqlanib qoladi va asbest-sementli buyum tuzilishning asosini hosil qiladi. O'tkazilgan tekshirishlar shuni ko'rsatadiki titkilanib ajratilgan asbest tolalariga chang kamroq yopishadi. Changning o'lchami, o'rtacha 100-150 mkm.ni tashkil qiladi.

Asbest-sement aralashmasidan tayyorlangan omixtaning qattiq fazasini tekshirib uning tarkibida uchraydigan zarrachalar titkilab ajratilgan asbestdagi zarrachalarga o'xshashligi aniqlandi. Bunda asbest tolasining to'plamlariga nafaqat chang, balki sement donachalari ham yopishgan bo'ladi. Donachalarning eng ko'p yopishishi elpig'ichsimon bo'lgan asbest to'plamlariga to'g'ri keladi. Bu holat nuqtasimon bo'lib yopishish yoki ko'p nuqtali adgeziya deb ataladi. Asbest tolalarida chang va sement donachalarini mustahkam yopishishi ko'p nuqtali yopishish tufaylidir. Bu esa adgeziyaga xos xususiyat hisoblanadi. Ipsimon tolalar to'plamlardan ajralgan xolda va o'lchamidan qat'iy nazar sement donachalarini kammiqdorda biriktirib oladi.

Flokulalar faqat usti tomonidan sement bilan qoplanadi. Sement donachalar asbest bilan bog'liqligi ancha yuqori, shuning uchun suyuq aralashmani quvurlar orqali yuborilganda xam asbest va sement bog'lanishi saqlanib qoladi. Asbest va sement aralashmalarini hosil qilgan to'plamlari omixtani asosiy qismi hisoblanadi va bu to'plamlarning soni asbest tolasini tuzilishiga bog'liq.

Agar titkilab ajratilgan asbestda bunday elpig'ichsimon asbest to'plamlari ko'p bo'lsa, ular bilan bog'langan sement donalari bor to'plamlar soni xam ko'p bo'ladi. Asbest tolasini bilan bog'lanmagan sement va chang donalari ozod xolda bo'lib, o'zaro agregatlar hosil qiladi, ular aralashtirilganda juda oson parchalanib ketadi.

Albatta asbest-sement aralashmasidan olingan buyumlarning qattiq fazasini tuzilishi qanday o'zgaradi, degan savol tug'ilishi mumkin. Bunda asosan sement donachalarini suv bilan o'zaro ta'siri va hosil bo'lgan

birikmalarning asbest tolasi bilan birikishi va asbest-sement aralashmasi o‘zaro ta’sirini boshlanish davridayoq kuzatiladi. Sement donachalarining aniq ko‘rinishi odatda, 5-8 minutdan so‘ng xiralashadi va 20-25 minut o‘tgach donachalar atrofida shaffof bo‘lmagan qatlam hosil bo‘ladi va u asbest tolachalarni berkitadi. Asbest va sement donachalari o‘zaro qanchalik tez birika boshlasa, vaqt o‘tishi bilan shuncha ko‘p katta o‘lchamdagi asbest-sement zarrachalari hosil bo‘ladi. Hosil bo‘layotgan qattiq fazaning tuzilishiga aralashmaning tarkibiy qismini ta’siri katta, chunki aralashmadagi moddalarning miqdorini ortishi qattiqmoddalarning oralig‘ini kamaytiradi, bu o‘zaro qo‘shni bo‘lgan alohida tolalar hosil bo‘lishiga olib keladi va keyin ular asosida qattiq fazaning fazoviy panjarasi hosil bo‘ladi.

Bunday tuzilish ikkinchi makrostruktura deb aytiladi, bu birinchi makrostrukturadan farqqiladi, birinchisi - sement va chang donachalarini o‘zaro va asbest tolasi bilan birikishi natijasida hosil bo‘ladi. Panjarani hosil bo‘lishi asbest-sement omixtasini harakatchanligini kamaytiradi va uni oshiradi. Tolaning aralashmadagi o‘rtacha uzunligi qanchalik katta bo‘lsa, ikkinchi panjara tuzilishi uning miqdori kamroq bo‘lganda hosil bo‘ladi.

6-§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:

$$S = \frac{6}{\rho} T \sqrt{K_c} \text{ cm}^2/\text{g}[1]$$

bu erda r - qattiq moddalarning zichligi (2,56 g/sm³),

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.

$$K_a = \frac{(A S_a + L S_y) - S_{ay}}{A S_a + L S_y} [1]$$

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 kanday? Asbest sement buyum olishda ishlatilgan asbest tolasini titkilab ajratish qiymati $90 sm^2/g$ bo'lsa, uning mustahkamligi ($167 sm^2/g$) titkilab ajratilganga qaraganda 37% kam bo'ladi. Bu esa sement donalarini asbest tolasi 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.

**7-§ Asbest-sement buyumlarini qoliplash,
temir tʻyrli silindrsimon moslamada asbestsement
qatlamining hosil bʻylishi**

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 koʻra qoliplashning bir necha usullari mavjud:

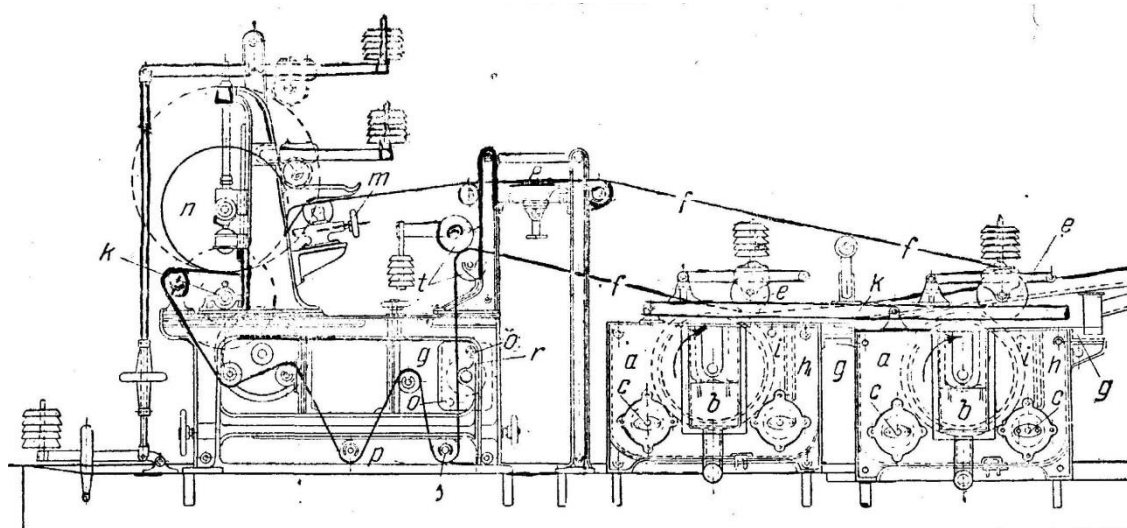
- 1) Asbest-sement suyuq aralashmasini nam miqdorli omixtasidan (20% boʻladi) buyumlar qoliplash;
- 2) yuqori miqdorda omixtadan (50-60%) olish;
- 3) quruq asbest-sement aralashmasidan buyumlar tayyorlash;

Hozirgi paytda buyumlarning deyarli barchasi birinchi usulda olinadi. Usulning qisqacha tavsifi. Asbest-sement aralashmasi temir toʻrlar orqali oʻtkaziladi va shimuvchi mato yordamida kerakli oʻlchovdagi qatlam silindrsimon moslamaga oʻrash orqali hosil qilinadi. Qatlam hosil qiluvchi mashinalarning (2) silindrsimon aylanma moslamasi bir nechta boʻladi. Ikkita silindrsimon aylanmasi bor mashinaning konstruksiyasi va ishlash tarzini kʻyrib chiqamiz. Mashina tarkibidagi vannaga doimiy ravishda asbest-sement aralashmasi quyilib turadi. Vannada temir toʻsiq va asbest hamda sement donachalari choʻkib qolmasligi uchun aylanma harakatqiluvchi ikkita temir aralashtirgich bor. Vanna (a) ichida, ustki qismi temir toʻr bilan qoplangan ichki qismi boʻsh silindrsimon aylanma harakatqiluvchi moslama boʻladi. Silindrsimon moslamaning chetki qismlari ochiq va mahsus zichlovchilar yordamida metall xovuzning yon qismi bilan birikkan boʻladi. Vannaning yon tomonlarida oqizish uchun darchalar boʻladi, shuning uchun silindrsimon moslamalarning ichidagi suyuq aralashma miqdori uning aylantiruvchi oʻqdan pastda boʻladi. Silindrsimon moslamalar (b) yuzasiga oʻq yordamida shimuvchi mato (g) joylashdi va u oʻq (k) yordamida harakatga keltiriladi. Mana shu oʻq aylanuvchi moslama (p) ni harakatlantiradi (59 rasm).

Vannaga suyuq omixta silindrsimon moslamaningaylanma o'lchamini $\frac{3}{4}$ qismini qoplaguncha quyiladi. Temir to'rli silindrsimonmoslamaning ichidagi suyuq omixta miqdori chegarasi vannadagidan ancha pastda bo'ladi, shuning uchun suyuqlik tarkibidagi suv temir to'rning 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 birlashtirilgan. Quticha ichidagi va tashqarisidagi havoning miqdori har xil bo'lgani uchun tashqaridagi havo mato va undagi asbest-sement qatlam orqali o'tar 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 sekunda 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'rti (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'rtli silindrsimon moslama (b) ga uzatiladi.



59- 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'rtli 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. Uchinchi - asbest-sement qatlamni qoliplovchi silindrsimon moslama va zichlovchi vallar orqali bir necha marta o'tkazish, qatlamdagi suvning miqdorini kamaytirishdan va uni zichlashdan iborat.

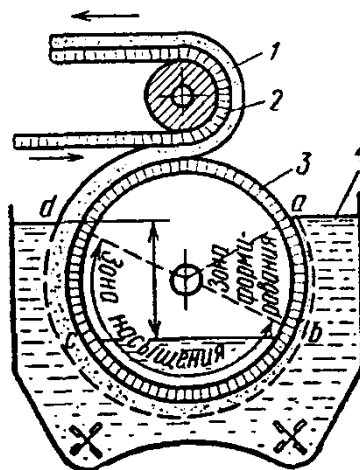
Suvni sizib chiqarish - bu tarkibi bir bo'lmagan suyuq aralashmalarnig'ovakli to'sinlar yordamida ajratishdan iborat. Asbest-sement qatlamini olishda ana shu g'ovakli to'siq -temir to'rtli silindrsimon

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 iborat qatlam qoladi.

Temir to'rli silindrsimon moslama vanna ichida joylashgan, uning ma'lum qismigacha asbest-sementning suyuq aralashmasi bilan to'ldirilgan. Silindrsimon moslama ichida oz miqdorda suyuq omixta bo'ladi. Vanna ichidagi esa silindrsimon moslamadagi aralashmalarning bir-biridan farqqilishi gidrostatik bosimni hosil qiladi va uni ta'sirida sizib chiqish jarayoni davom etadi. Temir to'rli moslama doimiy ishlaydi va ma'lum tezlikda aylanma harakat qiladi. Moslama ustida asbest-sement qatlamini hosil bo'lishi silindrsimon moslamani suyuq omixtaga qanchalik botirilganiga bog'liq.

Endi birlamchi qatlam qanday hosil bo'lishini ko'rib chiqamiz. Ma'lumki, temir to'rli filtrlovchi silindrning yuzasi bronzadan yasalgan to'r bo'lib, uning teshiklarini o'lchami 0,2x 0,4 mm bo'ladi.

Ushbu to'rda tor bo'lak "m"ni ajratib olamiz. Temir to'rli moslama soat strelkasiga qarama-qarshiyo'nalishi aylanadi. "m" bo'lak harakat davomida to'rni yuvuvchi quvurga to'g'ri kelsa, u suyuq aralashma tarkibidagi suv bilan yuviladi. Bunda suvning bir qismi temir to'rli silindrsimon moslama ichiga quyiladi, birqismi esa sachrab vannaga quyiladi va undagi asbest-sement aralashmaning miqdorini o'zgartiradi. Shundan so'ng "m" bo'lak omixtaga cho'kadi.



60-рasm. Asbest sement birinchi qatlamining hosil bo'lish sxemasi:

1 – asbotsement qatlami, 2 – mato, 3 – silindr, 4 – suyuq aralashma

Suvning omixta tarkibidan sizib o'tishiga to'r qarshilik ko'rsatadi, chunki suv uningteshiklaridan bemalol o'tadi. Cho'ktirish vaqtida to'rning 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'r o'tayotgan suvga uni ostidagi temir to'rga qaraganda ko'prok qarshilik ko'rsatadi.

Qatlam qalinlashgan sari suvning sizib o'tishi sekinlashadi. Agar "m" bo'lak temir to'rli 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'rni 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 60). 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 g/sm². Asbest-sement qatlamining temir to'rli 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'rli silindrsimon moslamada va temir to'rli 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 birtekis 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'rtli 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 qatlaminin g 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 ish unumdorligi 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'rtli 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

$30\text{-}40^{\circ}\text{C}$ qilibqabul 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 aralashtirishiga 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 $180\text{-}200\text{ aylan}/\text{min}$). 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'rli silindrsimon moslamani yuvish 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

Q_c –mashinani sutkali unumdorligi, m³;

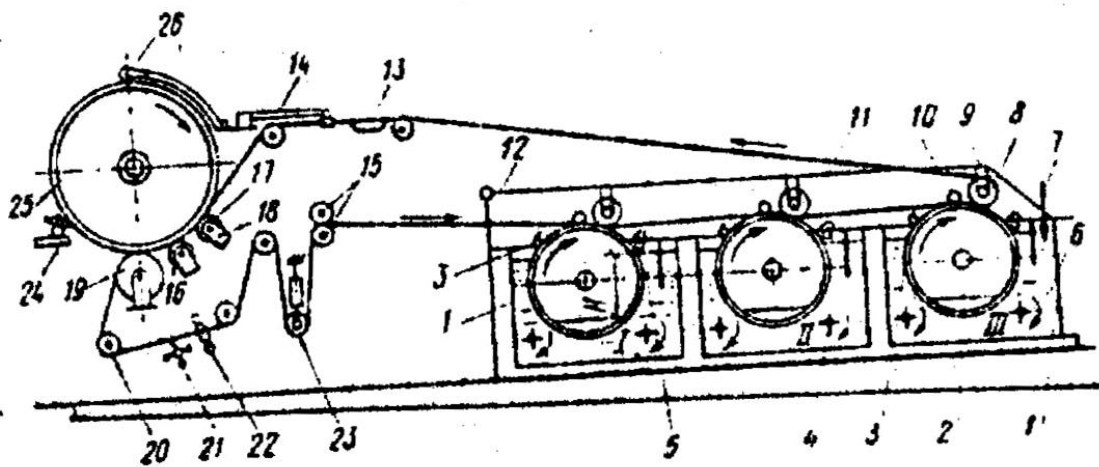
q_1 - bir buyumdagi asbestsement massasini hajmi, m³.

13 bob. Asbest sement listlarni ishlab chiqarish

1-§ Qoliplash mashinalarini ta'minlashni boshqarish

Quvursimon aralashtirgichda asbest-sement aralashmasining konsentratsiyasi 28-30% ni tashkil qilsa, cho'michli aralashtirgichda 20-22% ni, qoliplash mashinasining vannalarida esa 10-14% ga teng bo'ladi. Shuning uchun vannalarga cho'michli aralashtirgichdan kelib tushayotgan aralashtirmani suyultirish uchun rekuperatordan ma'lum miqdorda suv qo'shib turiladi. Bunga sabab aralashtirgichdagi aralashmaning konsentratsiyasi birdano'zgarib tura olmaydi, shuning uchun qo'shilayotgan suvning miqdorini shunday o'zgartarish kerakki, natijada vannaga kelib tushayotgan aralashmaning konsentratsiyasi doimiy qiymatga ega bo'lsin. Me'yorga keltirish uchun qoliplash mashinalarining ta'minlagich qismlari hizmat qiladi.

Hozirgi paytda qoliplash mashinalarning ta'minlash usullaridan biri bu ketma-ket tizma usulidir.



61-rasm. List qoliplash mashinaning sxemasi.

61 rasmda ko'rsatilganicha 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 to'lib toshib to'siqlar (5) orqali, vannalarga o'zaro tutashadigan darchalarga kelib tushadi. Vannalar bir tekislikda yoki har hil o'rnatilgan bo'ladi. Vannalardagi aralashma konsentratsiyasi o'zgarib turadi, bunga sabab asbest-sement zarrachalarini temir to'rga aylanishi tufayli batamom cho'kib

o'tirmasligidir. Temir to'lda ushlanmagan zarrachalar vannalarga o'tgach cho'kadi va natijada aralashmaning konsentratsiyasini o'zgartiradi. 4-vannada, 3-ga qaraganda aralashma konsentratsiyasi ko'proq, 6- da 4 ga qaraganda va 7-da esa 6-ga qaraganda ko'p bo'ladi. Har bir vannadagi aralashma konsentratsiyasi shu vannaga tushayotgan aralashmani ushlab qolish koeffitsientiga (K_{u-k}) bo'lgan nisbati bilan belgilanadi. 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 "S", 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. Mana shuning uchun vannalardagi aralashma konsentratsiyasini bir tekisda ushlab qolish 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, qoliplash 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 konsentratsiyasio'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

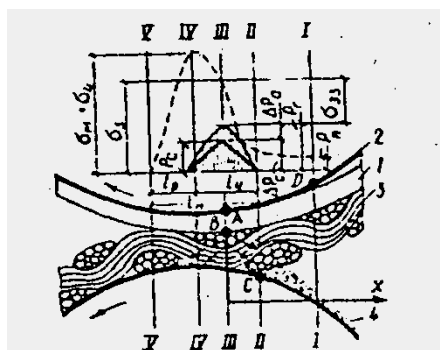
.2-§ Asbest-sement qatlamini zichlash jarayoni

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-Vkesimdan I-I kesimga almashish boracida aylanma qoliplash moslamaci 2 yuzasi bilan uchrashadi va S nuqtasida esa jipslashtiruvchi g'altak yuzasi bilan uchrashadi (62-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.



62 -rasm. Nam asbest-sement qatlamining zichlanishini ko'rsatuvchi tasvir
1-qatlam; 2-qoliplovchi aylanma moslama; 3-mato; 4-zichlash o'qi

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 gorizontall 0-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-IVkesimidan II-IIkesimga qarab oshadi.

II-II va I-I kesimda mexanik bosim nolga teng, IV-IVva V-Vkesimda bosim kattaligi 0 dan farqqiladi 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-IVkesimdagi 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 zachlanishi 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. Qatlam va mato bo'shliqlaridagi suv siqib chiqarish tezligi kamaytiriladi, bu esa o'z o'rnida gidrodinamik bosimini kamaytirib kerak bo'ladagan bosimini oshiradi.

3-§ Asbestsement qatlamini vakuumlash va qirqish jarayoni

Asbest-sement 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. Asbest-sement qatlam namlik darajasini kamaytirish oldidan suvi serob bo'lgan sistemadan tashkil topgan bo'ladi.

Namlik darajasini kamaytirish ham uch bosqichda olib boriladi.

I) 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 bema'lol 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 asbest-sement 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 ikkinchisi xosdir, chunki qatlam siquvchi g'altaklar yordamida o'rtacha 0,3 MPa bosimda jipslashtirilgan, bu bosim o'lchami havoni moslama tashqarisida qatlama 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'liqsimon qilib ishlashgan temir qoliplarga shunday yotkiziladiki, bunda uning pastki yuzasi batamom qolipni egallashi kerak. Buning uchun bo'lak ustidan, uning xamma to'liqsimon 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 qavatlari cho'ziladi, markazga yaqinlari esa siqiladi. Cho'zilish va siqilishlarning kattaliklari to'liqsimon 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 xechqanday 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.

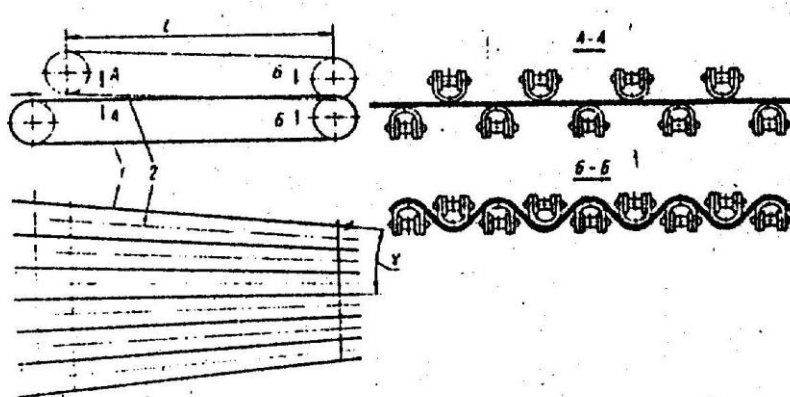
Bulardan tashqari suspenziya miqdoriga organik birikmalar yoki boshqalar qo‘shiladi, bular yangi qolipdan chiqqan bo‘laklarni qayishqoqligini oshiradi. Bo‘laklar qalinligi ortishi bilan yoriqlar paydo bo‘lmasligi uchun, to‘lqinsimon qilib tayyorlangan temir qoliplarni qavariqqismini yarim doira o‘lchovini 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.

4-§ Asbestsement listlarini to'liqsimon shaklga keltirish

Hozirgi paytda 7 xildagi asbest-sement bo'laklar sanoat miqyosida ishlab chiqarilmokda. Ularning uzunligi 115 dan 200 mm, to'liq balandligi 28 dan 54 mm, bo'lak kalinligi 5,5 dan 8 mm bo'ladi.

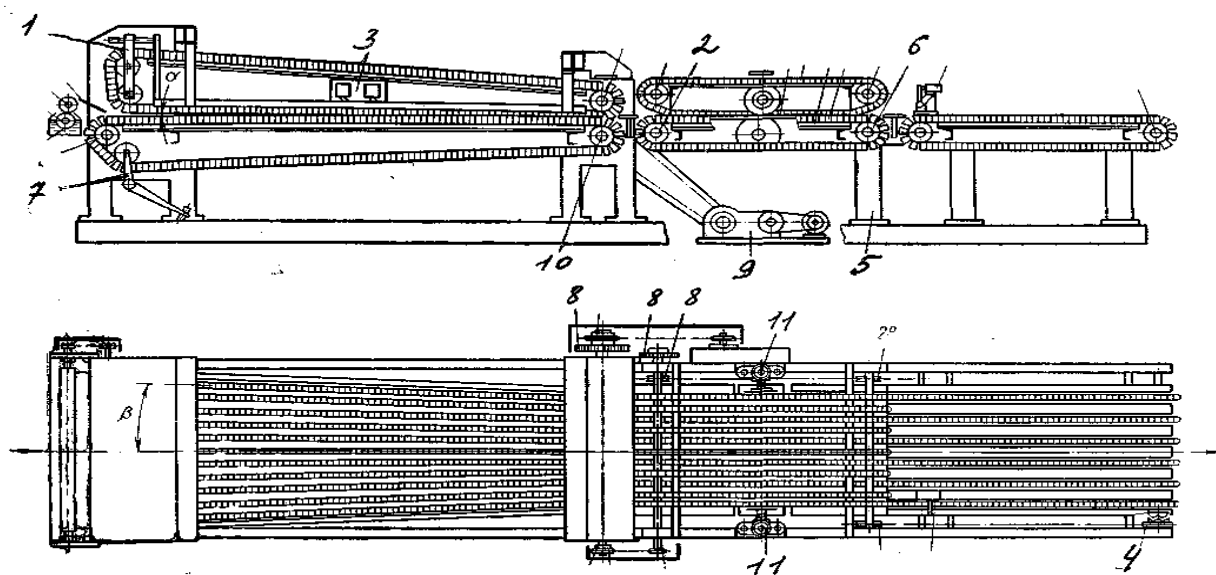
To'liqsimon ko'rinishni hosil qilish uchun moslamalar ishlatiladi. Ulardan biri davriy tarzda ishlaydigan «juvaza» xildagisi, «qistirmasiz» doimiy ishlaydigan xili (63-rasm).



63-rasm. To'liqsimon 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'liqsimon 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‘lqinsimon ko‘rinishni hosil qilish to‘xtovsiz amalga oshiriladi.



64-Rasm. SM-1019M to‘lqinsimon moslama.

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.

5-§ 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 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 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‘lgani 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 kamaytirish 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:

$$R_u = \frac{P_3}{F_6}$$

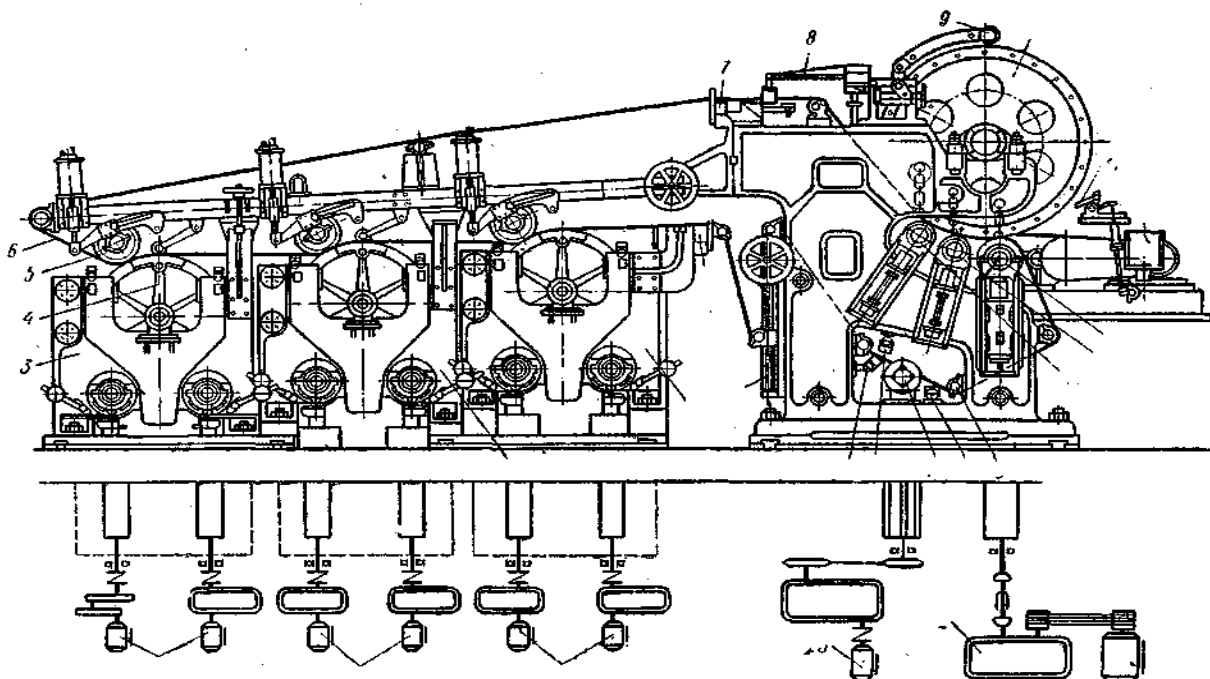
R_3 - moslamani zichlash kattaligi, kg.

F_b – 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 rekuperatordan ma'lum miqdorda suv qo'shib turiladi. Bunga sabab aralashtirigichdagi aralashmaning konsentratsiyasi birday bo'lmay o'zgarib turadi, shuning uchun qo'shilayotgan suvning miqdorini shunday o'zgartirish kerakki natijada vannaga kelib tushayotgan aralashmaning konsentratsiyasi doimiy qiymatga ega bo'lsin. Me'yorga keltirish uchun qoliplash mashinalarining ta'minlagich qismlari xizmat qiladi (65-rasm).



65-Rasm. SM-942 asbestcement listlarini qoliplash mashinasi.

1 – mato; 2 – aralashtirgichlar; 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.

6-§. Qoliplash jarayonining boshqa usullari

a) Yarim quruq usul.

Ya‘ni qoliplash uchun tarkibida (buning uchun I kg quruq asbest va sement aralashmasi 3-4 l suv bilan aralashtiriladi), ozgina suvi bo‘lgan aralashma ishlatiladi.

Xo‘l usuldan farqli xolda, nisbatan quyuqroq massa ishlatiladi, shuning uchun qoliplovchi mashina xam o‘z tuzilishi bo‘yicha farqqiladi.

I. Yassi temir to‘rli mashinada uzluksiz xoldagi lentasimon qo‘rinishda mahsulot tayerlash. Bunda asbest-sement aralashmasi to‘xtovsiz xolda mashinadagi uzluksiz harakatlanadigan yassi matoga bir tekis qilib joylashtiriladi. Shundan keyin havo so‘rg‘ichlar yordamida asbest-sement qatlamdan ortiqcha suv surib olinadi va unga zichlash uchun, zichlovchi g‘altaklar yordamida ishlov beriladi.

Temir to‘rdan qilingan matoga aralashma to‘xtovsiz shunday miqdorda beriladiki, undagi suv miqdori kamaytirilgandan va zichlangandan so‘ng qatlam

ma'lum kerakli bo'lgan qalinlikka ega bo'lishi kerak. Mato to'rini joylanishi uchun temir to'r tebranib turadi.

Aralashma tarkibida, undan suv chiqarib yuborilguncha va zichlashgunicha asbest tolalarini joylashishi turlicha yo'nalishda bo'ladi. Lekin suvni kamaytirish va zichlash jarayonida, uning qalinligi undagi tolalarni ma'lum yo'nalishga ega xolda joylashishi tufayli kamayadi, bu joylashish xo'l usuliga qaraganda takomil bo'lmaydi. Batamom tartibli bo'lib joylashmagani uchun bunday asbest-sementdan olingan mahsulotni mexanik mustahkamligi past bo'ladi, yangi qoliplashdan chiqqandan so'ng unga ishlov berish juda xam oson bo'lmaydi. Shuning uchun yarim quruq usul yordamida asosan yassi asbest sement bo'laklar tayyorlanadi.

2. To'liqin ko'rinishdagi asbest-sement bo'laklari uzluksiz lentasimon xolda tayyorlash. Buning uchun asbest, ezg'ilagichda unga oz miqdorda suv qo'shib ezg'ılanadi, keyin aralashtirguchga uzatiladi, unga sement za suv qo'shiladi. Xammasi aralashtirilib aralashma tayyor bo'lgach uni qoliplash uchun mashinalarga uzatiladi. Aralashma sekin-asta yaqinlashishi tufayli tolalarning yo'nalishi va hosil bo'lgan qatlamning mustahkamligi yaxshilanadi. Qoliplovchi mashina o'zi to'liqinsimon ko'rinishni hosil qiladi, shuning uchun alohida moslamani va u bilan bog'liq kamchiliklar o'z-o'zidan yo'q bo'ladi. Lekin ulardagi havo so'rg'ichlar va zachlovchi moslamalar qalinligi katta bo'lgan bo'laklarga ishlov berish uchun ko'p vaqt ketishini yoki bo'lmasa buning uchun ko'p energiya sarf qilishni taqazo etadi, shuning uchun bunday mashinalarni ish unumdorligi dumaloq temir to'rli mashinalarga qaraganda kam bo'ladi.

b) Quruq usul bilan qoliplash orqali maxsulot olish.

Temir to'rlar mashnalarda mahsulot olishda undagi qatlamning namlik darajasi 62-65 % suvdan iborat, shuning uchun keyingi bosqichlarda suv ko'proq miqdorda ajralib chiqadi. Lekin qoliplash mashinalaridan so'ng tayyorlangan asbest-sement bo'laklar va quvurlardagi suvning miqdori 20-24 % ga teng bo'ladi, bu miqdor esa sementni suv bilan birikishi uchun keragidan ortiqdir.

Asbest-sement qatlamning zichligi ortishi bilan, undagi bo'shliqlarning o'lchami kichrayadi, natijada bu bo'shliqlarda bo'lgan suvni siqib chiqarish uchun yanada ko'proq bosim sarf qilishga to'g'ri keladi. Asbest-sement mahsulotlar olish uchun kuchli gidravlik bosqonlar ishlatiladi, ularda 400 kg s/sm² miqdorda qatlamlarga bosim bilan ishlov berish mumkin. Mana shuning uchun xam quruq usul bilan olish yo'lga qo'yilgan.

Birinchi bosqichda tag qismi rezinkadan ishlangan lenta-konveyer ustiga asbest va sement aralashmasining quruqqatlami joylanadi va zichlantiriladi.

Ikkinchi bosqichdan oldin suvni purkash orqali asbest-sement qatlam namlanadi. Lekin shunday miqdorda qo'shiladigan keyingi qatlamni joylab, zichlaganda, undan suv chiqib ketmasligi kerak. Mana shuning uchun qatlam zichlanganda, uning bo'shlig'idan suv emas, havo sizib chiqariladi, bu esa o'z o'rnida bunday yo'l bilan zichligi yuqori bo'lgan asbest-sement bo'laklar olishga imkon beradi.

Zichlaganda suv emas, havo chiqqani uchun quruq usulda temir to'rli mato emas, balki asosi rezina bo'lgan uzluksiz lentalar ishlatiladi. Lekin biz yuqorida aytganimizdek, bu usulda asbest tolasini joylashishi tartibli bo'lmaydi, natijada hosil bo'lgan asbest-sement bo'lagining mustahkamligi past va unga ishlov berish qiyin bo'ladi.

v) Ekstruziya usuli

Bu usulda ishlov berish uchun loqayd bo'lgan aralashmani har hil ko'rinishdagi teshiklari bor yopiq xajmdan sizib chiqariladi. Xom ashyo aralashmasini tayyorlashni quruq yoki xo'l usul bilan tayyorlash mumkin. Har gal tayyor aralashmaning namlik darajasi 20-25% dan oshmasligi kerak. Bu usulning afzalligi - mahsulot olishda sifati past bo'lgan asbest ishlatish va yuqori unumdorlikka erishish mumkin. Qoliplash uchun matosi bor burama parrakli bosqondan foydalaniladi.

g) Asbest-sement buyum tayyorlashni boshqa usullari

Hozir uch qavatli bo'laklar olish va havoso'rqichli moslama yordamida tayyorlash usullari mavjud. Uch qavatli bo'laklar aylanma to'rli mashinalarda

ishlab chiqariladi, buning uchun mashinaga qo‘shimcha moslash o‘rnatiladi, uning vazifasi quruq asbest-sement aralashmasini tayyorlashdan iborat. Mashina silindrsimon barabanida asbest-sementning 2 mm qalinligidagi qatlami hosil bo‘lgach, uni to‘rli silindrsimon moslamadan ajratiladi va uning ustki qismiga davriy ravishdayupqa asbest-sement aralashmasining qavati joylanadi (bu omixta tarkibiga past sifatli asbest qo‘shilgan). Natijada qoliplovchi aylanma moslamada, shunday qatlam hosil bo‘ladiki, uning ustki va ostki qismi temir to‘ri bor silindrsimon moslama hosilqilgan qavatlar, o‘rta qismi esa tarkibida sifati past bo‘lgan asbest tolasi bor qavatdan iborat shuning hisobiga asbest tolasini tejash imkoni tug‘iladi, hosil bo‘lgan qatlamning mustahkamligi, odatdagi qatlam mustahkamlagidan kam bo‘lmaydi.

Havo so‘rg‘ichli moslama yordamida hosil qilinadigan qatlamlar olishda havo so‘rg‘ichli qismi bor qoliplarga tayyor aralashma quyiladi, bunda suv so‘rib olinadi, asbest-sement esa g‘altaklar orasidan bir necha marta o‘tkazish orqali zichlantiriladi. Bu g‘altaklar bir-biriga nasbatan orqaga va oldinga harakatlanadi. Mana shunday yo‘l bilan tayyorlangan bo‘shliqo‘zlarining mustahkamligi va qattiqligi bo‘yicha jipslashtirish orqali olingan asbest-sement buyumlardan qolishmaydi.

Yangi usullar asosida qoliplash bilan tanishar ekanmiz, shuni aytish kerakki, xaligacha o‘zining unumdorligining yuqoriligi bo‘yicha, mahsulotni sifati bo‘yicha aylanma temir to‘ri bo‘lgan moslamalar, qoliplovchi uskunalar yo‘qligini aytib o‘tish lozim. Shuning uchun hozirgi kunda aylanma temir to‘r qoliplovchi moslamalar ishlab turgan va qurilayotgan asbest-sement mahsulot ishlab chiqaruvchi korxonalar uchun asosiy moslash sifatida xizmat qilmoqda.

14 bob Asbest-sement quvurlar ishlab chiqarish

1-§.Asbestsement quvur 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 oʻrtacha 24-36 soatdan bir necha sutkagacha saqlanadi.

Suvda qotgandan soʻng quvurlar, ularga ishlov berish uchun maxsus moslamaga uzatiladi - bunda ularning yon tomonidagi ortiqcha boʻlaklarni qirib tashlanadi, kerakli oʻlchamlarga qirib tashlanadi va ularning qirralariga shilov beriladi. Shundan keyin quvurlar tayyor mahsulot omborlariga yuboriladi va u erda ular kerakli mustahkamlikka ega boʻlishi uchun 10-14 sutka, ayrim xollarda 28 sutka saqlanadi. Shundan keyin quvurlar suv oʻtkazmaslik va bosim ostida suv yuboruvchi moslamalarda tekshirishdan oʻtkaziladi, ularni ishlatuvchilarga yuboriladi.

2-§ Asbestsement quvurlarini qoliplash

Quvurlarni ishlatilishi kerak boʻlgan soxalariga koʻra xossalari yuqori boʻlishni taqozo etadi. Shuning uchun aralashma tarkibiga yuqori sifatli asbest qoʻshiladi. Undan tashqari quvurlar qanday bosimga bardosh berishini hisobga olib, qoʻshilayotgan asbestning miqdorini bir muncha koʻproq olinadi.

Quvurning mustahkamligi va zichligi uni tayyorlashda ishlatiladigan yupqa qatlamning qalinligiga bogʻliq boʻladi. Yupqa qatlamni qalinligi qancha kichik boʻlsa, quvurning mustahkamligi shuncha oshiq boʻladi, chunki kerak boʻlgan qalinlikdagi quvur olish uchun, qatlamning qalinligi kamaytirilsa, qoliplovchi oʻqlovini aylanish davri oshadi, shu bilan birga hosil boʻlayotgan 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 koʻrsatiladi.

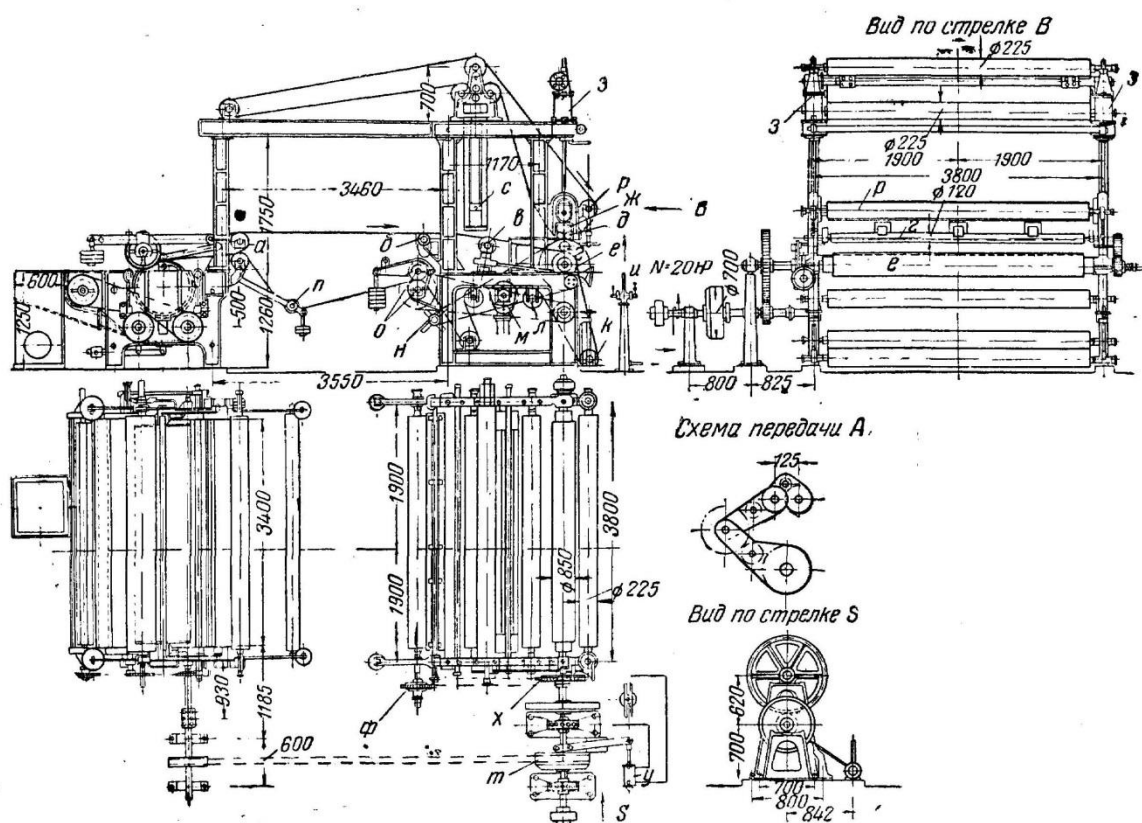
Mana shunday qalinlikdagi qatlamni olish uchun asbest-sement aralashmani qoliplovchi mashina vannasidagi miqdori 6-10% boʻlishi kerak. Aralashma konsentratsiyasini vanna uzunligi boʻyicha bir xil ushlab uchun vanna oldiga aralashtirib beruvchi moslama oʻrnatiladi, uning oʻqlarini aylanish davri bir minutda 140-180 davrga teng boʻladi.

Temir to'rtli 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' bosimini 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.



66-Rasm. Bosim ekipajining sxemasi

g-o'qlov, d-press o'qlar, r-roliklar, S_R-ishchi mato, S_V-yuqori mato

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 jiplashtiruvchi o'q yordamida bosim ekipajini jiplashtiruvchi kuchi ta'sir etadi.

Jiplashtiruvchi 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.

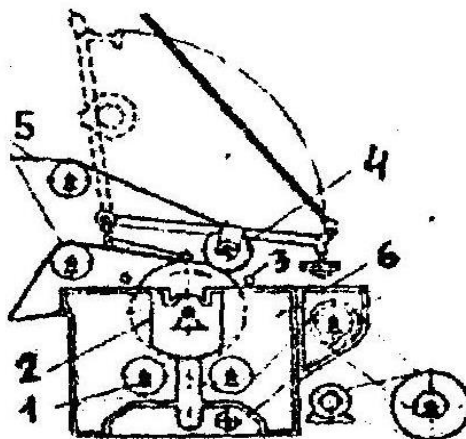
Quvur qoliplovchi mashinani 1 soatdagi ish unumdorligi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$Q_c = \frac{60}{t_\phi} \cdot l_t$$

l_t – qoliplanish kerak bo‘lgan quvur uzunligi, m.

3-§ Asbestsement quvur qoliplash mashinalari

Sxemada (rasm 67) temir to‘rli silindrsimon quvur qoliplovchi mashina vannasining kesimi ko‘rsatilgan. Vannaga kelib tushadigan asbest-sement omixtani aralashtirib turish uchun unga aralashtirgich o‘rnatilgan.



67-Rasm. Quvur qoliplash texnologik sxemasi

1-aralashtirgich; 2-chegara; 3-yuvish uchun quvurcha; 4-bosib turuvchi val; 5-mato;

6-vanna; 7-to'siq; 8-vazni engil boshqaruv bo'limi.

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 (7) bor, to'siq omixtani aralashtirib beruvchi moslamani past qismiga yo'naltiradi. Temir to'rlil silindrda quvur (3) o'rnatilgan, u temir to'rni yuvib turish uchun xizmat qiladi. Mato (5) temir to'rlil 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. 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 kg/sm² 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.

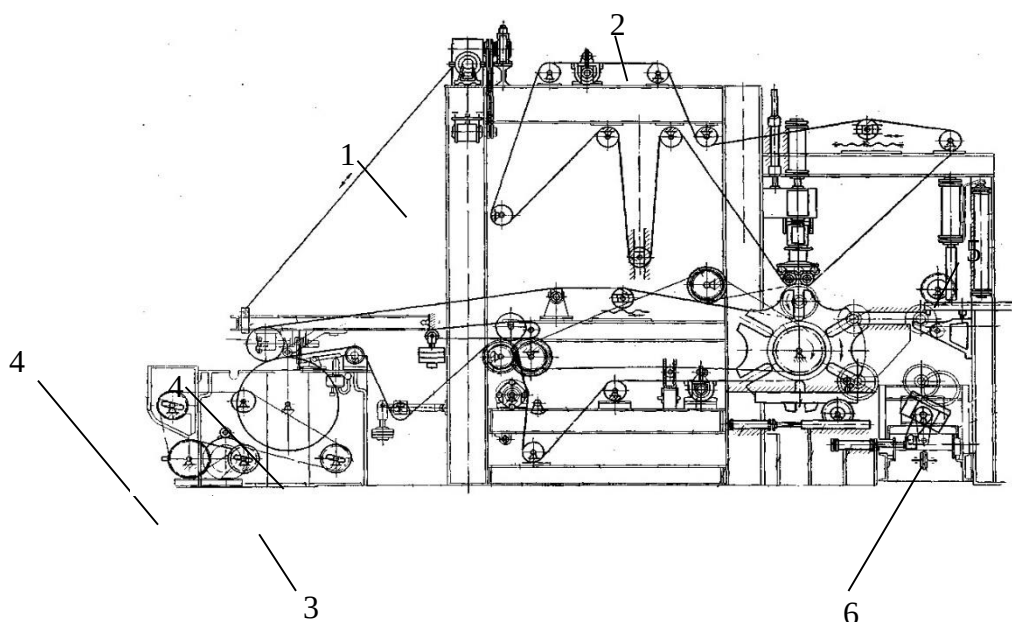
Quvur qoliplovchi mashinalar faqat bitta temir to'rli silindrlar bilan ishlaydi, sababi bu silindrsimon moslamalarning soni oshgan sari, hosil bo'layotgan asbest-sement quvurlarni mustahkamligi vazichligi kamayadi (68-rasm).

4-§ Quvur hosil qiluvchi mashinalarda matoni almashtirish

Quvur qoliplovchi mashinaning matosini almashtirish xuddi yassi asbest-sement bo'laklar qoliplaydigan mashina matosini almashtirishga o'xshash. Chunki mato uzluksiz lentasimon bo'lib bir qancha temir o'qlar orasidan o'tgan, bosib turuvchi, yo'naltiruvchi hamda yuqorigi havoni siyraklashtirib beradigan bo'limlardan, shuning uchun matoni echib olish va o'rnatish uchun bo'shatib o'tilgan qismlardan faqat bitta ushlab turuvchi qismini bo'shatib olinadi.

Ko'targich kran yordamida temir o'qlarni va havoni siyraklashtirib beruvchi moslama ko'tariladi, ushlab turuvchi temir o'qni - mexanik ko'targich yordamida ko'tariladi. Uzunligi 3 va 4 metrli mashinalarda mato almashtirishni farqi yo'q, lekin 4 metrli mashinalarning matosi keng va ular og'ir bo'lgani uchun ma'lum qiyinchilik tug'diradi.

Umuman olganda quvur qoliplovchi mashinalarni matosini almashtirishda quyidagi tartibga rioya qilish kerak:



68-Rasm. ATM-3 asbestsement quvurlarini qoliplash mashinasi.

1 – ishchi mato; 2 – yuqori mato; 3 – vanna; 4 – to'rli silindr; 5 – bosim ekipaji; 6 – yuritma.

Tayanch muvozanatli vallardagi xamma og'ir qismlar olinadi, keyin matoni tarang holatini kamaytirish uchun, tarang tortib turish uchun xizmat qiladigan vallar ko'tariladi, matoni bir tarafga suriladi quvur hosil qiluvchi mashinaga qarama-qarshi tomonga va uni o'qlovdan olinadi.

1. Tayanch valikdagi podshipnik qopqog'i bo'shatiladi va tayanch valni 50 mm ga ko'tarib asta boshqa tarafga olibqo'yiladi. Hosil bo'lgan bo'shliq, sapfa va stanina, oralig'idan eski matoni chiqarib yangisi kirgiziladi. Keyin tarang tortib turish uchun xizmat qiladigan valni podshipnigi ajratib uning ustidagi mato echib olinadi.

2. Umuman zoldirlarni ham qopqog'i olinadi va uni ko'tarib turib undagi mato ham echiladi.

3. Havoni siyraklashtiruvchi bo'lagi ustidagi matoni quvurlar kelib ulangan tomonga qarama-qarshi bo'lgan tomondan echiladi.

4. Mana shunday yo'l bilan qolgan vallardagi (siquvchi, tortib turuvchi, pastki yo'naltiruvchi) mato ham bo'shatiladi.

Shu tartibda bo'shatib olingan mato mashinani o'rta qismida qoladi, u erdan mato echib olinadi. Yangisini o'rnatish ham, xuddi shu tartibda

amalga oshiriladi. Tayanch valdagi eski mato echib olingach, unga yangisini oʻrnatiladi, keyin siqib turuvchi oʻqlovga, havoni siyraklashtirib beruvchi boʻlimga, tortib turuvchi oʻqlovga, yoʻnaltiruvchi oʻqlovga, va qoʻshimcha oʻqlovga oʻrnatilgan mato yaxshilab tekislanadi. Keyin podshipnik yigʻilib oʻz oʻrniga mahkamlanadi.

Agar yuqoridagi matoni almashtirish kerak boʻlsa, tarang tortuvchi val oldin koʻtariladi va mato mashinaning bir tomoniga siljiydi. Keyin ekipaj bosimlari koʻrib chiqiladi. Jipslashtiruvchi vallar yogʻochdan yasalgan qistirmalar yordamida koʻtariladi, shundan keyin mato qolgan xamma vallardan chiqaribolinadi. Eski mato echib olingandan soʻng yangisi mana shunday tartibda, sekin orqadan oldinga qaytish orqali oʻrnatiladi. Mato usti tekislanadi va echilgan qismlar mahkamlanadi

.5-§ Mato va temir toʻrlar

Temir toʻrlar va matolarning sifati qoliplovchi mashinalarning ish unumdorligiga va ishlab chiqarilayotgan buyumlarning sifatiga taʼsir koʻrsatadi.

I. Matolar. Xom ashyo sifatida tarkibi 32-34 foiz paxta tolasidan yasalgan asos va uni usti jun ip bilan oʻralgan, uning tarkibida 25 foiz sunʼiy tola bor. Paxta tolasidan yasalgan mato jun-sunʼiy tola bilan oʻrab bekutilgan, bu esa matoning yumshoq va tarang boʻlishiga olib keladi.

Olinayotgan mahsulotni kengligi 1,6 metr boʻlsa, 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 boʻladi.

Mahsulotning kengligi 1,2 m boʻlsa, 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 boʻladi.

Asbest-sementli quvur tayyorlanadigan mashinalardagi matoning uzunligi $16\text{m} \pm 64 \text{ sm}$, kengligi 4 metrli mashina uchun $4,5 \text{ m} \pm 18 \text{ sm}$; 3 metrli mashinalar uchun - $3,5 \text{ m} \pm 14 \text{ sm}$ va 2 metrli mashinalar uchun $2,4 \text{ m} \pm 9,6 \text{ sm}$ boʻladi.

Yassi asbest-sement buyumlar tayyorlashda ishlatiladigan mato bosilgan quvurlar tayyorlashda ishlatiladigan matoning ham bir tomoni bosilgan va tukli bo'lishi kerak. Har bir matoda qaysi joyda tayyorlanganligi, uzunligi, kengligi, xili, og'irligi to'g'risidagi belgilar bo'lishi shart. Tayyor mato oldinqog'ozga o'raladi, keyin esa buyumlarni o'rash uchun ishlatiladigan mato bilan o'rab tikiladi.

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. Teshik hosil bo'lgan bo'lsa uni puxta qilib yamash kerak.
- 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.

15 bob Rangli asbest-sement buyumlar

1-§ Asbest-sement buyumlarga rang berish usullari va b̄yoyqlar

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 mahsulotning 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 m² 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 tomlariqoplangan 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 kaslota qo'shiladi. Karbon kislota CaO ni bog'lab suvda erimaydigan kalsiy silikatni hosil qiladi.

Rangli asbest-sement mahsulotlarini kamchiliklari:

- 1) Rangli qatlamning 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 qavati, 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.

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	suvsiqlangan temir oksidi	1% > emas	8 – 20	2,1 dan >
Mumiyo va temir oksidli rudalar (tabiiy minerallar)	-	-	25 >	3,0 >
Xrom oksidi	suvsiqlangan 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 ₃ O ₄	1% > emas	-	2,0
Marganets	Kuydirilgan va xomi	1% > emas	-	10-15

16 bob Asbest-sementli mahsulotlarining qotishi.

1-§ Qotish jarayoni va uni tezlatish usullari

Qotish- bu mahsulot olishning oxirgi bosqichihisoblanadi. Asbest tolasi titkilanib toʻzitalganda, oʻzining ustki yuzasida $\text{Ca}(\text{OH})_2$ va sementni suv bilan birikib hosil qilgan boshqa birikmalarini bogʻlab turadi. Hali asbestga sement qoʻshilmagan boʻlsa ham, asbest tolasi uning eruvchan suvdagi yangi birikmalari bilan qoplangan boʻladi. Asbest tolasiga birikish koʻp miqdorda boʻlmaydi, bunga sabab asbest tolasinimaydalovchi moslamaga quyiladigan suvning miqdorini kamligida. Shuning uchun birikish texnologik jarayonni keyingi bosqichida ishlatiladigan suvda titkilovchi moslamada davom etadi.

Demak, asbest tolasini va sementni oʻzaro birikishini boshlanishi asbest tolasiniishlatilayotgan suvdagi sement bilan taʼsiridan boshlanadi. Keyingi bosqichda, birikish, asbestli omixtaga sement qoʻshilgandan soʻng davom etadi. Bu jarayon sementni suv bilan birikishi va qotishi bilan belgilanadi. Buning tez yoki sekinoʻtishi sement donachalariniqaerda joylashishiga bogʻliq - asbest tolasi yuzasidami yoki boʻlmasa bu donachalar ozod holda joylashganmi. Birinchisida donachalar asbest tolasi yuzasi bilan toʻqnashadi, ikkinchisida esa asbest tolasidan uzoqda joylashgan.

Sement donachalarini suv bilan birikishini borishi, suv molekulasini yangihosil boʻlgan moddalarning yupqaqatlami orqali, xali suv bilan birikmagan donachalar joylashgan joylarga kirib borishi va suv taʼsirida hosil boʻlgan birikmalarni ajralib chiqishi bilan belgilanadi. Diffuzion jarayonlarni tezlatishga suyuqfazadagi eruvchan birikmalarni miqdorini kamayishi,chunki, yangi moddalarni asbest tolasi oʻziga birkiritadi, hamda koʻp miqdordagi suv taʼsirida hosil boʻlgan yangi birikmalarni ajratib chiqarib yuborish omil boʻladi.

Sementni suv bilan birikishidan hosil boʻladigan birikmalar sement donachalarini yuzasida hosil boʻladi, chunki u erda ularning miqdori koʻp, keyin esa suyuq fazani hajmi boʻyicha tarqaladi,bunga sabab diffuziya va mexanik aralashtirish. Hosil boʻlgan fazabitta emas, shu sababli hosil boʻlgan yangi birikmalarning miqdori tenglashmaydi suyuqlik asbest tolasi bilan sement

donachalari orasida joylashgan. Mana shuning uchun ham suv-sement nisbati kamayishi tufaylitsement 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 mittikristallar broun 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 hosil qiluvchi kurtaklarni ko'payishi natijasida koagulyasion tuzilishga ega bo'lgan birikmalarni vujudga keltiradi. Ularning zichligi, asbest-sement xajmidagi miqdori har hil bo'lgan yangi birikmalar kabihar hil bo'ladi.

Sement omixtasi qotishi davomida hosil bo'lgan koagulyasion tuzilishdagi birikmalar sement toshida batamom kristallanadi. Bu kristallarni asbest-sementdagi zichligi yuqori darajadagi anizotropiysi 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.

2-§. Asbestsement 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 muhitta'siri ostida bir nechta fizik va fizik-kimyoviy o'zgarishlar 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'limuxit 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 ushlab 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 havomuhitni 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.

3-§. Qumli portlansement asosida tayyorlangan

listlarning qotish omillari

Qumli portlandsement ishlatib tayyorlangan asbest-sement buyumlarni bug'bilan bosim hosil qilinadigan avtoklavlarda saqlash orqali mustahkamlikka erishish vaqti qisqartiriladi.

Avtoklavlar - devorlari qalin temirdan bochkasimon qilib yasalgan bo'lib ichki qismiga bosimi 8-16 kgs/sm² bug' yo'naltiriladi. Uning uzunligi 17-20 m,

aylanma o'lchami esa 2 metr. Ichidagi harorat selsiy shkalasi bo'yicha 174,53 teng bo'ladi.

Avtoklavlarning bir tomoni berk bo'lib, bu xolda buyumlar ochiq tomondan kirgizilib, ishlov berish tugagandan so'ng chiqarilib olinadi. Ikki tomoni ochilishi mumkin bo'lgan avtoklavlarda esa buyumlar bir tomondan kirgizilib, keyingi tomondan chiqarib olinadi. Buyumlarga ishlov berish muddati 6 soatni tashkil qiladi.

Yassi qatlamli buyumlar, qotish bo'limlaridan so'ng, ma'lum mustahkamlikka ega bo'lgandan so'ng, ularni g'ildirakli aravachalarga taxlanadi. Bu aravachalardan bir nechtasini yig'ib poezd qilgandan so'ng avtoklavga temir izlar orqali yuboriladi. Temir izlar yassi qatlamlarni to'liqsimon xolga keltiruvchi moslama yoki bo'lmasa qotiruvchi bo'limlar oldidan boshlanib, avtoklav oldigacha yoki uning ichidan va keyin ham davom etgan bo'ladi.

Qumli portlandsementni qotishi uni avtoklavda yuqori harorat va bug'li sharoitda ushlaganda ayniqsa tezlashadi. Lekin yuqori bosimda ushlashdan oldin buyumlar ma'lum mustahkamlikka ega bo'lishi kerak. Agarda mana shu boshlang'ich mustahkamlik etarli bo'lmasa, avtoklav ichida buyum buzilib ketishi mumkin, chunki asbest-sement buyumni ichidagi bo'shliqda bo'lgan havoharorati ostida qizib kengayadi va bosimni ko'tarilishiga olib keladi.

Shuning uchun ham yassi qatlamli buyumlar qoliplangandan so'ng boshlang'ich mustahkamlikka ega bo'lishi, ya'ni mustahkamligi o'rtacha 60-80 kg/s^m² kam bo'lmasligi kerak. Shuning uchun qatlamlar tayyorlanadigan joyda 20°C haroratli muhitda 14-16 soat ushlanadi.

Qotish jarayonini tezlatish ikki bosqichda olib boriladi:

- 1) Buyum tayyorlash joyida o'rtacha 4-6 soat saqlanadi;
- 2) bug'li muhitda $t = 50-60$ darajada 4-5 soat ichida ushlanadi.

Agar buyum tayyorlash jarayonida SM - 943 xilli mashina ishlatilsa yarim tayyor mahsulot qotirish bo'limlarida 4-5 soat saqlanadi va avtoklavga kirgizishdan oldin yana 2-3 soat saqlanadi.

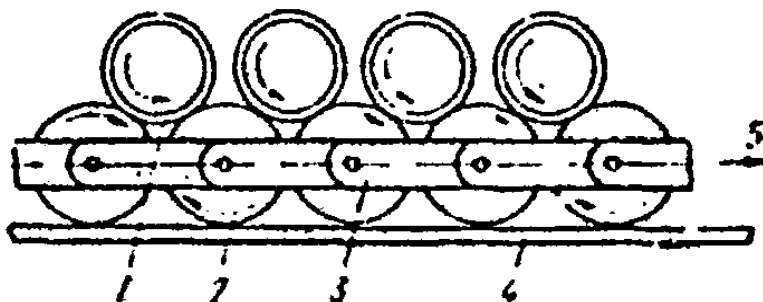
Avtoklavda buyumlarga ishlov berish sharoiti:

	vaqti, soati
Bosimni	to 8 atm/kgs/sm ²
egguncha ko'tarish, soati	- 2
saqlash muddati ,soati	-6
Bosimni tushirish, soati	- 2

Bosim qiymatini keskin past-baland bo'lishi mahsulot tuzilishiga ta'sir etadi, uning fizik-mexanik ko'rsatkichlarini kamaytiradi. Bosim kamayishi vaqtida buyumlardan shiddat bilan suv ajralib chiqadi, natijada buyumlar, kam miqdordagi 8-10 foiz namlik bilan avtoklavdan chiqadi.

4-§ Quvurlarning qotishi

Yangi qolipdan chiqqan quvurlar ochiq havoda birinchi mustahkamlikni olishga imkon beruvchi bo'limlarga kelib tushadi.



69-Rasm. Ochiq havoda quvurlarga birinchi mustahkamlikni berishga mo'ljallangan moslama

1-quvur; 2-aylanuvchi qism; 3-tortuvchi zanjir; 4-yassi taxta.

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'aloovchi 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 quvurlar 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 bekitiladi. 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 ($d > 150$ 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.

17 bob 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'rtli 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'rtlarni 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 suvnitozalash, uni foydalanish uchun mahsulot tayyorlash jarayoniga qaytarishga suvni qayta ishlash deb ataladi. U bir necha bosqichdan iborat bo'ladi.

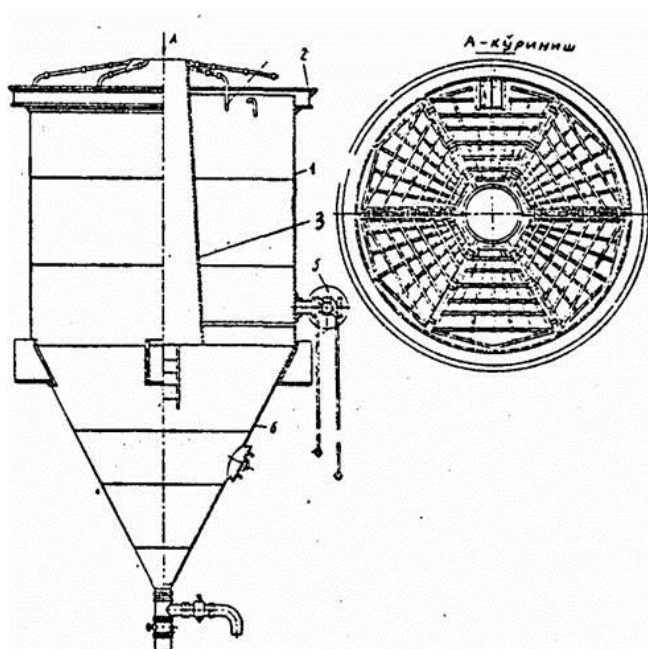
Temir to'rtli silindrsimon moslamadan hosil bo'ladigan chiqit suvning tarkibida 10 g/l miqdorda asbest-sement aralashmasi chiqitga chiqadi, bu esa o'rtacha 10 foiz miqdorda ishlatiladigan xom ashyoning miqdorini tashkil qiladi.

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 quyiladi. Odatda bitta yassi bo'lakli asbest seiment mahsulot qoliplovchi mashina uchun aylanma o'lchami 3 m bo'lgan ikkita suv tozalagich quyiladi.

Eng yaxshi ishlaydigan suv tozalagich bu - aylanma o'lchami katta bo'lgan bitta moslama va tozalangan suv yig'iladigan idishdan iboratdir.

Temir to'rli silindrsimon moslamadan hosil bo'ladigan chiqit suvning tarkibida 10 g/l miqdorda asbest-sement aralashmasi chiqitga chiqadi, bu esa o'rtacha 10 foiz miqdorda ishlatiladigan xom ashyoning miqdorini tashkil qiladi. 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 karak. 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 (30-rasm).



70-Rasm. Suv tozalagichning ko'rinishi.

1- silindrsimon qism, 2 – to'siq, 3 – quvursimon uzatkich, 4 – suv to'plovchi moslama, 5 – naycha, 6 – konussimon qism.

Moslamani tag qismi cho‘zinchoq bo‘lib balandligi o‘rtacha 2 megrga 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 tozlashni 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:

$$h = \frac{Q_{uu}}{60 \cdot p \cdot V \cdot 10^{-3}}$$

bu erda Q ishlat – yuvuvchi quvurlardagi bir minutda ishlatiladigan 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.

18 bob Texnologik jarayonning nazorati va tayyor maxsulotlarning sifati

1-§ 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 priпой POS-40

2-§ 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 35-jadvalda keltirilgan

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, %	3
	fraksion tarkibi, %	
	elak-12,7 mm A-3, A-4, A-5	0
	4,8mm elak	
	A-3-70	70
	A-3-60	60
	A-3-50	50
	A-4-40	40
	A-4-30	30
	A-4-20	20
	A-4-5	5
	1,35 mm elakda:	
	A-5-50	50
	A-5-65	65
	0,4 elakda:	
	A-3-70	2,5
	A-3-60	2,8
	A-3-50	3,0
	A-4-40	3,5
	A-4-30	4,0
	A-4-20	4,5

	A-4-10 A-4-5 A-5-5-05 A-5-50	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 o'lchami, mm balandlikda segment tubida 1 m ² setkani og'irligi, kg	1500 2,0±3,0 20,0±3,0 3,25x3,25 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	4400 14500 1700±102

	1 m da simlar soni uzunasiga ko'ndalang matoni namligi, % matoni qalinligi, mm	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 (36-jadval)

36-jadval

Tayyor maxsulotga kuyiladigan talablar

Nazorat ob'ekti	Nazorat qilinadigan ko'rsatkichlar		Nazorat usullari, nazorat asboblari	Izoh
	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 Taroz 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 mm	
w ⁰ =24 setka rangli metallardan	eni osnova utok	24±12 13-16 YA cheykaning o'lchami Asosiga — 0,167±0,017 Utkaga — 0,375±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 seiment 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,	1,43	GOST 14919 lineyka GOST 427	

	g/sm ³			
-//-	Vakuum korobkadagi razryajenie, kg/sm ² (kPa)	0,35-0,70 (35-70)	vakuummeter 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	
	Qotishning davomiyligi, soat	3-4	Qotirish konveyeri GOST 10733	
	Harorat, °S	+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,	1750±10 1200±6	ruletka GOST 7502 lineykalar	

	mm	5,5-5,8		
--	----	---------	--	--

Listlarni mustahkamligi 150 kgs/sm², zarbiy qovushqoqligi 1,5 150 kDj·m², sovuqqa chidamligi 25 sikl.

3-§. 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 37-jadvalda keltirilgan

37-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	1750±15
	uzunligi	1130 ⁺¹⁰ -5
	eni	5,8 ⁺¹ -0,3
	qalinligi	
	to'liqin balandligi, mm	40 ⁺⁴
	oddiy	40 ⁺⁴ -3
	murakkab (yopuvchi)	32 ⁺⁴ -5
	murakkab (yopiluvchi)	
	egishga mustahkamligi, MPa	18
	zichligi, g/sm ³	1,6
	zarbiy qovushqoqligi,	

		kDj/g	18
		suvoʻtkazuvchanligi, ch	24
		sovuqqa chidamligi, sikl	25
		qolgan mustahkamligi, %	120
Asbest-sement listlar	yassi	Oʻlchami, mm	
		uzunligi	1750±10
		eni	1200±6
LP-NP - 1,75x1,2x8		qalinligi	8 ⁺¹
LP-NP - 1,75x1,2x10			10 ^{+1-0.6}
LP-NP - 1,75x1,2x12			12 ^{+1-0.6}
		Ogʻirligi, kg	
		qalinligi – 8 mm	32,2
		qalinligi – 10 mm	40,6
		qalinligi – 12 mm	48,5
		Egishga mustahkamligi, MPa	18
		Zichligi, g/sm ³	1,6
		Zarbiy qovushqoqligi, kDj·m ²	2,0
		Sovuqqa chidamliligi, sikl	25
		Qolgan mustahkamligi, %	90

4-§.Tayyor asbest-sement quvurlarning sifatining nazorati

Asbestsement quvurlarni ishlab chiqarish boʻyicha boʻlimimizning unumdorligi 967 shartli km quvur. Mahsulotning nomenkoaturasi 38 va 39-jadvallar boʻyicha

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

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	168 _{-1,5}
	Ichki diametri, mm	141 _{+1,5}
	devorning qalinligi, mm	13,5 _{-2,0}
	quvurni uzunligi, mm	3950
	ishchi bosim, MPa (kgs/sm ²)	0,9 (9)
	cho‘zishga mustahkamligi (Rr), MPa (kgs/sm ²)	11000 (1100)
	egishga mustahkamligi (R), MPa	11000 (1100)
	Rr/R	3,1 (31)
Asbest-sement VT-9 200x3950 quvurlar	Tashqi diametri, mm	224 _{-2,0}
	ichki diametri, mm	189
	qalinligi, mm	17,5 ^{-1,5} _{+2,5}
	uzunligi, mm	3950
	og‘irligi 1 poch.m. quvur, kg	26,4
	cho‘zilishga mustahkamligi (Rr), MPa (kgs/sm ²)	3,2 (32)
	ezishga mustahkamligi, MPa (kgs/sm ²)	12000/1200
	Rr/R	3,5
Asbest-sement VT-9 250x3950 quvurlar	Tashqi diametri, mm	247
	ichki diametri, mm	235
	qalinligi, mm	19,5
	uzunligi, mm	3950
	og‘irligi 1 poch.m. quvur, kg	35,9
	ishchi bosim, MPa	0,9

	ezishga mustahkamligi, N (kgs) choʻzshga boʻlgan gidravlik bosim (Rr), MPa Rr/R	13000 (1300) 2,8 3,0
Asbest-sement VT-9 300x3950 quvurlar	Tashqi diametri, mm ichki diametri, mm qalinligi, mm uzunligi, mm ogʻirligi 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 ogʻirligi 1 poch.m. quvur, kg bosim chidamliligiga, MPa ishchi bosim, MPa ezishga mustahkamligi, N (kgs) choʻzishga	427 368 29,0 3950 84,7 1,8/18 0,9 18000 (1800) 2,8 (28) 3,0

	mustahkamligi, MPa (Rr) Rr/R	
--	---------------------------------	--

GLOSSARIY

Kristall –qattiq xoldagi moddaning shakli

Anizotropiya – moddaning fizikaviy xususiyatlari xar xil o‘nalishda xar xilligi

Kondensatsiyali sistema –qattiq va suyuq moddalardan tuzilgan sistema

Klinker – aylanma pechlarda xosil bo‘ladigan yarim tayyor maxsulot

Alit –klinker minerali

Belit – klinker mineraln

Mineralizatorlar –klinker eritmalarining qovushqoqligini kamayturuvchi moddalar

Sirt aktiv moddalar - klinker eritmalarining qovushqoqligini kamaytiruvchi moddalar

Mitsella – kolloid darajasidagi qattiq zarrachalar

Gidrozzollar – eritmalaridagi amorf qoldiqlar

Portlandsement markasi- 28 sutka suvda saklangan 4x4x16sm namunalarning mustaxkamligi

Sistema –bu boshqa qismlaridan chegara sirtlar bilan ajratilgan moddalar

Faza – o‘z termodinamik xossalari va kimyoviy tarkibi bilan farq qiladigangsistemaning qismi

Komponentlar – sistemadan ajratib olinganda mustaqil mavjud bo‘la oladigan moddalar

Qurilish aralashmasi- bog‘lovchi material, mayda tuyilgan to‘ldiruvchi materialni suv bilan qorilganda qotadigan aralashmaga aytiladi.

Oxak-qumli aralashma-g‘isht yuzasiga nisbatan oson yopishadigan, atrof-muxitdagi xavoda, xamda namlik o‘zgarganda xajmi kam o‘zgaruvchan qurilish aralashmasi.

Sement-oxakli aralashma- tez qotadigan, mustaxkam va suvga chidamli shtukaturkalarni olish uchun mo‘ljallangan qurilish aralashmasi.

Portlandsementning mineralogik tarkibi- uning tarkibidagi asosiy birikmalar – klinker, gips va qo‘shimchalarning miqdori xisoblanadi.

Portlandsement klinkeri gidratatsiyasi- issiqlik yutilishi bilan kechadigan jarayondir.

Alyuminatli sementlar tarkibidagi Al_2O_3 miqdoriga ko‘ra-Glinozemli sement -GS ($\text{Al}_2\text{O}_3 > 35\%$), yuqori glinozemli sement VGS ($\text{Al}_2\text{O}_3 > 60-80\%$) turlarga bo‘linadi.

Shlakli portlandsement deb- Portlandsement klinkeri bilan donador shlakni birga tuyishdan xosil bo‘lgan bog‘lovchi moddaga aytiladi.

So‘ndirilgan ohak - $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan iborat bo‘lib, u xamirsimon oxak va bog‘lanmagan suvni tashkil etadi.

Kalsiy oksidining gidratatsiyasi – qaytar reaksiya bo‘lib, uning yo‘nalishi atrof-muxitning xarorati va undagi bug‘larining bosimiga bog‘liqdir

Ohakning xossalari ta‘sir ko‘rsatuvchi aralashmalar- Oxaktosh tarkibidagi mavjud tuproq, magniy karbonati, kvars va boshqa aralashmalar katta ta‘sir ko‘rsatadi

To‘ldiruvchi materiallar - tabiiy minerallar va sun‘iy ravishda tayyorlangan aniq granulometrik tarkibga ega bo‘lgan materiallardir.

To‘ldiruvchilarning asosiy xossalari – mineralogik va donadorlik tarkiblari, donachalarning zichligi, to‘kiluvchan zichligi, ichi bo‘shligi, namligi, kesaklardagi tuproq miqdori, changsimon va tuproqsimon zarralarning miqdori, ishqoriy ta’sirlarga reaksiya xususiyati, sulfat va sulfit birikmalari va zararli qo‘shimchalarning miqdori xamda sovuqbardoshlik xossalari.

To‘ldiruvchilarning donadarlik tarkibi - standart elaklar yig‘masidan o‘tkazilib aniqlanadigan o‘lcham.

Mayda fraksiyali to‘ldiruvchilar- ularning donachalarini o‘lchami 0,16 mm gacha bo‘ladigan xom-ashyo materiallaridir.

Mayda fraksiyali to'ldiruvchilar- aralashma tarkibida etishmagan mayda fraksiyalarni o'rnini to'ldirib, bog'lovchi materialning ulushini kamaytirishga imkon yaratadi va aralashmaning siljish xususiyatini oshishiga yordam beradi.

Suvni kamaytiruvchi qo'shimchalarning vazifasi- aralashmaning suv talabchanligini 20-30% gacha kamaytiradi.

Mustaxkamlik – ma'lum bir sharoitda materialga berilgan tashqi kuchni o'z shaklini buzmaganda xolda saqlab qolish xususiyati xisoblanadi.

Maydalanganlik darajasi - portlandsementning maydalilik darajasi uning tishlashish muddati va qotishiga ta'sir etadi. Portlandsementning maydalilik darajasi GOST 10178-76 bo'yicha elaklar taxlili orqali amalga oshiriladi. Bundan tashqari maydalilik darajasini namunaning solishtirma yuzasini aniqlash bilan xam taxlil etish mumkin.

Suv talabchanlilik xususiyati - Sementni suv bilan qorishtirilganda qotish jarayonida kimyoviy jarayonlarni normal borishi va yangi tayyorlangan aralashmani siljish xususiyatini berish uchun kerak bo'lgan suv miqdoriga aytiladi.

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.

Korroziya – qattiq jinslarning emirilishi, jinslar sirtida atrof muhit bilan ta'sirlangan holda kimyoviy va elektrokimyoviy jarayonlar ta'sirida hosil bo'ladigan hodisa. Emirilishga duch keladi beton, qurilish toshlar, yog'och, va boshqa materiallar, polimerlarning emirilishi destruksiya deb ataladi

Klinker minerali – stexiometrik tarkibli sunniy birikma, klinker fazalarining kristall asosini tashqil etadi

Sementning emirilishga chidamligi – sement toshining agressiv muhitning fizikaviy va kimyoviy ta'siriga bardosh berish.

Klinkerning mineralogik tarkibi – kimyoviy analiz natijasida aniqlangan klinker minerallarining miqdori

Ko‘p komponentli mahsulot – komponentlari alohida qismlardan tayyorlangan ,kerakli proporsiyada aralashtirgan mahsulot.

Sovuqqabardoshlilik- Sement qorishmasi yoki beton namunasini muzlatish va chuchuk yoki dengiz suvida muzdan tushirish jarayoniga dosh berishi, ya’ni xaroratni o‘zgarishiga qarshilik qilish xususiyati tushuniladi.

Ezishga chidamligi – sinishdan avval materiallning maksimal bosimga chidamligi.

Sementning kengaishi – qotishda sement toshiningchiziq o‘lchamlarining oshishi.

Sementning sulfatbardoshligi – tarkibidasulfat-ionnlar mavjud bo‘lgan suvlarning ta’siriga sement toshining bardosh berish qobiliyati.

Sement hamirining qotishi – sement toshiningmustahkam strukturasining hosil bo‘lish jarayoni.

Sement toshining issiqlik chiqarishi – sementning gidratatsiya jarayonida ajralib chiqadigan issiqlikning miqdori.

Sement – kukunsimon noorganik sunniy vog‘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 .

Sement toshi – sementning gidratatsiya va gidroliz reaksiyalari natijasida hosil bo‘ladigan material.

Portlandsementning ishlatilishi- Portlandsement beton qorishmasi tayyorlashda, temir-beton konstruksiyalarni yasashda, fundamentlar quyishda, er osti va er usti inshootlarni barpo etishda, turli xildagi quruq aralashmalar tayyorlashda ishlatiladi.

Sementli rastvor – sement, qum va suv aralashmasi.

Betonlar- 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.

Sementli betonlar turli sementlar asosida tayyorlanadi. Ularning ichida portlandsement asosida tayyorlanganlari asosiy o'rinda (65% atrofida) turadi.

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.

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.

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.

Dekorativ beton- Bu turdagi betonlarni tayyorlashda oq va rangli sementlar xamda maxsus to'ldiruvchilar ishlatiladi.

Fibrobetonlar- Fibrobetonlar dispers tolalar (fibra) bilan armirlangan bo'ladi. Fibrobeton yuqori mustaxkamlikka ega va yoriqlar paydo bo'lishiga yuqori darajada qarshilik qilish xususiyatiga ega.

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.

Plastobeton aralashmasi- Qurilish ishlarida ishlatilayotgan betonlarning mustaxkamligini, kislotalarga bardoshligini oshirish maqsadida ishlatiladi.

ADABIYOTLAR

1. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. – T.: O‘zbekiston, 2017. – 488 b.
2. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta’minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. – T.: O‘zbekiston, 2017. – 48 b.
3. Ismatov A.A. Qurilish va qiyin eriydigan nometall materiallar texnologiyasi. Darslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2006. 84b
4. Otaquziev T.A., Otaquziev E.T. Bog‘lovchi moddalar kimyoviy texnologiyasi. Darslik. Toshkent: Cho‘lpon nim. nashriyot-matbuot ijodiy uyi, 2005. – 256 b.
5. Otaquziev T.A., Otaquziev E.T., Maxmayorov I.N. Bog‘lovchi moddalar kimyoviy texnologiyasi. Toshkent, 2010, 151 b.
6. Butt V.Yu. Ximicheskaya texnologiya vyajuzix materialov., Stroyizdat. M., 1987
7. Matveev G.M., Suxanova V.B. Obshaya texnologiya silikatov. Uchebnik. – M., Stroyizdat., 1987. – 560 s.
8. Iskandarova M., Mukhamedbayeva Z.A. T.A. Otaqo‘ziyev, Atabaev F.B., Aripova B.H. Hrizotilrsement buyumlari ishlab chiqarish texnologiyasi. Navruz nashriyoti. 2017. 167b.
9. Ceramic Materials. Engineering Materials 2. An Introduction to Microstructures, Processing and Design Third Edition. Michael F. Ashby. and. David R. H. Jones Department of Engineering, Cambridge University, ringan. 2007. 716
10. Otaqo‘ziyev T.A., Mukhamedbayeva Z.A. Kimyo sanoatida maydalash Toshkent .Ozbekiston nashriyoti 2004. -127 b.b.
11. Otaqo‘ziyev T.A. S.M. Turobjonov ,Mukhamedbayeva Z.A. . Kimyo sanoati jihozlari va ishlab chiqarishning ekologik muammolari. – T.: 2002. -120
12. T.A. Otaqo‘ziyev, E.T. Otaqo‘ziyev. Gips, ohak ishlab chiqarish va gipsbeton, ohakbeton ishlari. T.: Xalq merosi. -2004. -246 b4.
13. T.A. Otaqo‘ziyev, Mukhamedbayeva Z.A., Ahmerov Q.A. Mexanik

jihozjar.T. Izdatelstbo «Oqituvchi» 2007 .430 b

14. 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.

15. 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

16. Teylor X.Ximiya sementa.Per. s angl.-M.:Mir,1996.-560s.,il.ISBN 5-03-002731-9.

17. Kuznetsova T.V., Niyazbekova R.K., Bishimbaev K.U., Eleusizova A.M. Kontrol kachestva asbesta i uluchshenie ego texnologicheskix Mejdunar.nauch.-prakt. konf. «Высокотемпературные технологии в 21 veke». -M.:RXTU.2008.-S.520-523.

18. Neyman S.M. Aktualnye zadachi asbestotsementnoy promyshlennosti i puti ix resheniya. Stroitelnye materialy.2007.№3.-S.34-47.

19. Tadjibaev SH.S., Pulatov Z.P. Proizvodstvo asbestotsementnyx listov po malo- i bezotxodnoy texnologii. Regionalnyy mejdunaro. sem. «Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya asbestotsementnoy promyshlennosti stran SNG Sentralno-Aziatskogo regiona v usloviyax kontroliruemogo bezopasnogo ispolzovaniya asbestosoderzhashix izdeliy i materialov». Sb. dokl. i vystup. Tashkent. 2004.- S. 92-93.

20. Muxitdinov A.A. Perspektivy razvitiya stroitelstva, proizvodstva i ispolzovaniya asbestotsementnyx materialov v Respublike Uzbekistan. Regionalnyy mejdunarodnyy seminar Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya asbestotsementnoy promyshlennosti stran SNG Sentralno-Aziatskogo regiona v usloviyax kontroliruemogo bezopasnogo ispolzovaniya

asbestosoderjajux izdeliy i materialov», Tashkent, 15-18 sent., 2004: Sbornik dokladov i vystupleniy. Asbest: Izd-vo Xrizotil. assots. 2004, s.5-9.

21. Naumova L.N., Vezensev A.I., Pavlenko V.I., Neyman S.M. Povyshenie kachestva asbestotsementnykh izdeliy na osnove modifitsirovannogo xrizotila. Belgorod: BGTU. 2010, 136s., il. Bibl. 176.

22.<http://www.books.elsevier.com>

23. 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.

24. Clarke, D.R. and Levi, C.G. (2003) "Materials design for the next generation of thermal barrier coatings," Annu. Rev. Mater. Res. 33, 383. Discusses the background to Figure 25.3.

25. Ashby, M. F. Materials selection in mechanical design, 3rd edition. Elsevier, 2005.

26. Ashby, M. F. and Johnson, K. Materials and design – the art and science of material selection in product design. Elsevier, 2002.

27. Ashby, M. F. and Jones, D. R. H. Engineering materials 1 – an introduction to properties, applications and design, 3rd edition. Elsevier, 2005.

28. Iskanderov A.M., Atakuziev T.A., Uteniyazova G.K. Stroitelno-texnicheskie svoystva sementov i betonov na osnove mineralnykh dobavok i zapolniteley iz karbonatnykh porod. Tashkent.:- OOO «Sirli olam». Ul.Navoi, 30.2009-120b.

29. Materiali mejdunarodnykh konferensiy «Sementnaya promishlennost i rinok». Tashkent .:-2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2015, 2017.

Internet saytlari

30..<http://www.ziyonet.uz>

31.www.bilimdon.uz

32.www.ref.uz

- 33.<http://www.texhology.ru>
- 34.www.ximik.ru – Ximicheskaya ensiklopediya.
- 35.<http://www.iconstel.net>
- 36.http://dx.doi.org/10.1002%2F14356007.a05_489.pub2