

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIY VA O'RTA MAXSUS TALIM VAZIRLIGI

FARG'ONA POLITEKNIKA INSTITUTI

«KIMYOVIY TEXNOLOGIYA»  
KAFEDRASI

«BOG'LOVCHI MODDALARNING KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI»

fanidan

МАЪРУЗА МАТНЛАРИ

FarPI uslubiy kengashi  
Yig'ilishida kurib chiqilgan. Majlis  
bayoni № «\_\_»\_\_\_\_\_ 2010 yil

FARG'ONA – 2010 y.

Ushbu muammoli ma'ruzalar matni «Bog'lovchi moddalarning kimyoviy texnologiyasi» fanidan tayyorlangan bo'lib, ma'ruza matnlari V.5522400 «Kimyoviy texnologiya» yo'nalishi uchun Oliy kasbiy taolimning Davlat standarti talabalari asosida tuzilgan bo'lib uning mazmuni va xajmi ushbu yo'nalish bo'yicha tasdiqlangan o'quv reja va fanning dasturiga mos keladi.

Ma'ruzalar matnlari ushbu yo'nalish bo'yicha taolim olayotgan talabalar uchun 20 soatga mo'ljallangan bo'lib, talabalarni ma'ruza mash'ulotlarida olgan nazariy bilimlarini musta'kamlashga, ularni mustaqil ishlashga ko'nikmalarini hosil qilishga xizmat qiladi. Bu fan talabalarga bog'lovich moddalarni ishlab chiqarish va uning turlari, ularning fizik-kimyoviy xossalari, olinish usullari, qement ishlab chiqarish texnologiyalari hamda ularni qishloq va xalq xo'jaligidagi ahamiyati, hamda qo'llanilishi bilan tanishtiradi.

Ma'ruza matnlari «Kimyoviy texnologiya» kafedrasining uslubiy seminarida muxokama qilingan (2010 yil \_\_\_\_\_ №\_\_ seminar bayoni).

Ma'ruza matnlari Kimyo texnologiya fakulptetining uslubiy komissiyasi tomonidan maoqullangan (2010 yil \_\_\_\_\_dagi yisilish bayoni №\_\_\_\_).

Tuzuvchilar:

t.f.n. Kodirova D.T.

## **Mavzu: O'ZBEKISTONDA SEMENT SANOATI**

### **Reja:**

- 1. O'zbekistonda sement sanoatining taraqqiyot bosqichlari.**
- 2. Ilmiy-texnika taraqqiyotining sement sanoatidagi samaradorligi.**
- 3. Anorganik (mineral) bog'lovchi materiallar.**

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

1926-yilning iyunida Bekobod sement zavodi O'rta Osiyoda birinchi bo'lib sement ishlab chiqara boshladi.

Korxona dastlabki uch yil davomida portlandsement ishlab chiqarishni o'zlashtirib, yiliga 28 ming tonnadan mahsulot berdi. O'sha kezlarda zamonaviy hisoblangan bu zavod soatiga 4 tonna klinker ishlab chiqaradigan bitta 45 metrli aylanma pechga ega edi. Unda xomashyo va klinkerni tuyuvchi shar tegirmonlar va 1000 kVt quvvatli elektrostansiya bor edi.

1936-1937-yillardagi birinchi rekonstruksiya so'ng Bekobod zavodi 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 yetdi. 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.

Shuni aytish kerakki, mazkur zavodda dastlabki vaqtlarda sementning asosiy tarkibiy qismi bo'lmish ohaktoshdan tashqari Suluktadan keltiriladigan maxsus tuproq ham ishlatilar edi. Geolog olim, O'zbekiston Fanlar akademiyasining 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 hukumat qaroriga binoan Quvasoy sement zavodi qurila boshlandi. Bu zavod 1932-yilning 21-fevralida ishga tushirildi. Birinchi yili Quvasoy zavodi 42,2 tonna sement ishlab chiqardi. Ammo hali murakkab jarayonlarning ko'p qismi qo'l kuchi bilan bajarilar edi. Texnologiya takomillashib, ishchi va muhandis-texnik xodimlar malakasining o'sishi tufayli birinchi besh yil ichida zavodning ishlab chiqarish quvvati 120500 tonnaga yetdi. 1946-1951-yillarda zavod rekonstruksiya qilinishi natijasida sement ishlab chiqarish yiliga 200000 tonnani tashkil qildi. 1951-1959-yillar mobaynida Quvasoy zavodida qayta ta'mirlash ishlari amalga oshirildi, zavod kengaytirildi va 150 metrli pechlar bilan jihozlangan, to'la mexanizatsiyalashgan 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 bera boshladi.

Ikkinchi jahon urushidan so'ng Rossiya zavodlaridan ko'chirib keltirilgan jihozlar hisobiga 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 zavod hisoblangan bu zavodning yillik quvvati 40 ming tonnaga ham yetmas edi. Zavod 60-yillarning o'rtalarida qayta jihozlanib, 80 metrlik pechlar o'rnatildi va zavodning o'rtacha yillik quvvati 50 ming tonnani tashkil etdi.

Respublikamizda oq va rangli sementga bo'lgan ehtiyojni hisobga olib, Angren sement zavodi oq sement ishlab chiqarishga moslashtirildi va qayta jihozlandi. Bunda laboratoriya va zavod sharoitida Angrendagi past sifatli kaolinitli tuproqdan va Ohangaron ohaktoshidan juda yaxshi qovushib, pishadigan yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan oq sement olish mumkinligi aniqlandi. Bunday sementga turli rang berish ham oson edi. 1977-yilning boshiga qadar Angren sement zavodi yiliga 60 ming tonna oq sement ishlab chiqara boshladi.

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

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

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

Korxonalaridagi mavjud imkoniyatlardan to'liq foydalanish, yangi xomashyo manbalarini so'nggi texnologiya chizmalari asosida qo'llash loyihalari yaratilmoqda. Ohangaron kaolini, aluniti, Olmaliq, Samarqand ammos fosfat zavodlarining chiqindisi - fosfogips va boshqa mineral xomashyolarni kompleks qayta ishlash natijasida qo'shimcha ko'plab sement tayyorlash imkoniyatlari mavjuddir.

«Yujgiprosement» instituti loyihasi (Ukraina Respublikasi) asosida qad ko'targan Navoiy sement zavodi ko'p jihatlariga ko'ra odatdagi korxonalardan farq qiladi. U O'rta Osiyoda birinchi marotaba «quruq usul» deb ataladigan texnologiya asosida ishlaydi. Bunda xomashyoni kuydirish uchun sarflanadigan yonilg'ining 30-35 % i tejaladi. Bu usul bilan olib boriladigan ish jarayonida ko'p chang ajralib chiqqanligi uchun uzoq vaqt qo'llanilmay kelindi. Haqiqatan ham sement changi uzoq masofadagi havoni ifloslantirib, atrof-muhitga ma'lum darajada zarar keltirar edi. Yangi korxonada xomashyoni kuydirishga tayyorlovchi ulkan (balandligi 20 qavatli binoga teng) siklonli issiq almashtirgichlar o'rnatilgan. Ular qo'shimcha chang tozalash moslamalari bilan birgalikda havoni ham tozalaydi.

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

Xomashyoni kondan uzatish, uni dozlash, 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 mahsulotning 50 foizini tashkil etsa, ayni vaqtda bir qator xorijiy mamlakatlarda mazkur usul yetakchi hisoblanadi. Jumladan, bu usul salmog'i Germaniyada 90%, Yaponiyada 78%, Vengriyada 55%, Bolgariyada 45%, AQSH da 42% ni tashkil etadi. Respublikamiz korxonalarida sement tayyorlashning bunday usulini joriy etish, so'zsiz katta iqtisodiy samara beradi.

## ***2. Ilmiy-texnika taraqqiyotining sement sanoatidagi samaradorligi.***

Mamlakatimiz qurilish materiallari sanoati zamonaviy asbob-uskuna, ilg'or texnologiya va ishlab chiqarishning potok-konveyer usullari, avtomatlashtirishning zamonaviy vositalaridan foydalanishga asoslangan, yuqori darajada rivojlangan sanoat tarmog'iga aylanmoqda. Natijada qurilish materiallari sanoatining hozirda bir qancha muhim tarmoqlari, ya'ni sement, yig'ma temir-beton, asbosement ishlab chiqarish vujudga keldi.

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

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

Yangi va yanada unumli pechlar, tegirmonlar, shuningdek, boshqa turdagi asbob-uskunalar (agregatlar, mashina, mexanizm va apparatlar)ni joriy etish va o'zlashtirish.

Asbob-uskunalarni modernizatsiyalash.

Mavjud texnologik jarayonlarni takomillashtirish va yangi texnologik jarayonlarni joriy qilish.

Ishlab chiqarishdagi og'ir va sermehnat ishlarni mexanizatsiyalashtirish hamda kompleks avtomatlashtirish.

Ilmiy tadqiqotlar natijalarini ishlab chiqarish amaliyotiga tatbiq etish.

Materiallar va yonilg'ilarning yangi turlarini ishlatish, asosiy hamda yordamchi materiallar xomashyosining sifatini yaxshilash.

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 qo'llanilayotgan uzunligi 150-185 m, diametri 4-5 m bo'lgan aylanuvchi pechlar o'rniga yaqin vaqtda 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. Tonna quvvat hisobidagi solishtirma kapital sarflar 40-15%, klinker kuydirish tannarxi 20-10% kam. Mamlakatimizda Navoiy shahridagi zavodda ikkita shunday liniya mavjud.

Yuqori unumli asbob-uskunalar qo'ilashning katta iqtisodiy samara berishiga Ohangaron sement kombinatida ishga tushirilgan 7 kilometr uzunlikdagi lentali transportyor yaqqol misol bo'ladi. U maydalash fabrikasidan ohaktosh yetkazib beradi. O'n yillar mobaynida bu transportyor nuqsonsiz ishlamoqda. Lentaning tutashadigan qismlari uzilib qolsa, vulkanizatsiya usulida biriktiriladi. O'n yillar mobaynida umumiy uzunligi 14000 metrlik lentaning 700 metri yoki 5 foizi almashtirildi. Uch smenali ishda transportyorga 26 kishi xizmat qiladi. Avtomobil transportiga qaraganda transportyorda tashilganda xomashyoning tannarxi ancha kamaymoqda.

Texnika yutuqlarini joriy etishning yana bir yo'li asosiy texnologiya asbob-uskunalarini modernizatsiyalash bo'yicha kompleks ishlar olib borishdir. Masalan, Ohangaron sement zavodida pech muzlatkichlari va yuritmalarini o'zlashtirish orqali aylanuvchi pechlardan foydalanish ancha yaxshilandi, natijada ulardan foydalanish ko'effitsiyenti 1-1,5% ortdi. Bekobod sement kombinatida aylanuvchi pech qayta ta'mirlandi (diametri 3 metrdan 3,6 metrgacha kattalashtirildi). Natijada mehnat unumdorligi ortdi. Hozirgi kunda boshqa pechlar ham qayta ta'mirlanmoqda.

1 - jadvalda ko'rinib turibdiki, 3,6x3,3x3,6x150 m o'lchamli pechlarda qayta ta'mirlash ishlarini olib borish, ularni 170 metrga qadar uzaytirish, diametrini esa 4, 6-5 metrgacha kengaytirish, takomillashgan klinker sovitgichlar o'rnatish pechlarning samaradorligini oshiradi. Bundan tashqari, pechlar yanada takomillashgan tayanch qurilma konstruksiyalarga, kuydirish jarayonlarini avtomatik rostlash tizimini, pechning holatini va korpus qizishini kuzatuvchi apparatlarga ega bo'lishi kerak.

1-jadval.

Qayta ta'mirlangan pechlarda mahsulot ishlab chiqarish haqidagi ha'zi ma'lumotlar («Yujgiprosement» ma'lumotlari).

| Qayta ta'mirash xususiyatlari                                                                                                                                           | Pechlar soni | Klinker ishlab chiqarishning yillik o'sishi (ming tonna) |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|
|                                                                                                                                                                         |              | Hamma pechlarda                                          | Bitta agregatda |
| <b>1</b>                                                                                                                                                                | <b>2</b>     | <b>3</b>                                                 | <b>4</b>        |
| Uzunligi 108 metrgacha bo'lgan va issiqlik almashtiruvchi qurilmalarsiz pechlarda, asosan, bug'lanish zonasi diametrini kengaytirish yo'li bilan profilni o'zgartirish. | 90           | 2000                                                     | 22              |
| Shaxta pechlarida dam berish asbo-bining qayishqoqligini oshirish.                                                                                                      | 22           | 600                                                      | 27              |
| Qisqa pechlar diametrini 3,6 metrgacha kengaytirish, shlam konsentratorlari o'rnatish.                                                                                  | 30           | 1500                                                     | 50              |
| Uzunligi 127 va 118 metrli pechlar diametrini 3,6 metrgacha kengaytirish.                                                                                               | 30           | 1500                                                     | 50              |
| Uzunligi 150 metr bo'lgan 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              |

Hozirgi vaqtda 5x185 metr o'lchamli yirik pechlarni modernizatsiya qilishning eng samarali usullari izlanyapti.

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

To'rtta texnologik liniyasi bo'lgan 5x185 metr o'lchamli pechlar bilan jihozlangan sement zavodlari yiliga 2,4 million tonna mahsulot ishlab chiqarish quvvatiga ega. Ikkita shunday texnologik liniyalik zavodlarning ishlab chiqarish quvvati esa 1,2 million tonna sementni tashkil qiladi.

Hozir mamlakatimizda barcha sementning 50 % ga yaqini ho'l usulda ishlab chiqarilmoqda. Lekin yangi texnologiya negizida qayta vujudga kelgan va ancha tejimli hisoblangan "quruq" usulining istiqboli porloq.

Navoiyda ishga tushirilgan sement zavodining 7x6,4x95 metr o'lchamli aylanuvchi pechga ega bo'lgan uchta texnologik liniyasi bo'lib, har biri soatiga 125 tonna klinker yetkazib beryapti. Zavodning yillik sement ishlab chiqarish loyihaviy quvvati 1990-yili 3400 tonnaga yetkazildi. Ikkinchi bosqichda belgilanishiga ko'ra, alohida texnologik jarayonlar istiqboli hal etilishiini hisobga olib, zavodlarning yillik quvvati 4,6 million tonna bo'lishi ko'zda tutilgan. Loyihada keltirishicha, 3-4 liniyani qurish va barcha texnologik jarayonlarda katta quvvatga ega bo'lgan asosiy hamda yordamchi asbob-uskunalar ishlatish, xomashyo aralashmasi tayyorlash, uni maydalash va quritish, klinkerni kuydirish hamda sovitish, sementni kukunlash va tayyor mahsulotni ortish operatsiyalarini o'z ichiga olgan ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirishni ta'minlovchi avtomatlashtirilgan boshqarish tizimini tatbiq etish mo'ljallangan. Bundan tashqari, changli gazni va havoni tozalash, ish jarayonida chang chiqaruvchi barcha asosiy hamda yordamchi texnologik jarayonlar aspiratsiyasining samarali chizmalarini ishlatish ko'zda tutilgan.

Respublikada ishlab chiqarilayotgan sementning sifat tarkibi yanada yaxshilanib, sement xillari ham ko'payadi. Sementning tez qotadigan, o'ta mustahkam, kengayuvchi, plastifikatsiyalanuvchi, gidrofob, manzarali (oq va har xil rangli) va boshqa qimmatli energiya tejovchi texnologiya bo'yicha 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 sun'iy toshga aylanadi. Anorganik bog'lovchilarni ishlatish va xossalari ko'ra quyidagi guruhlariga 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, qumtuproq qo'shilgan sement, pussolan portlandsement, toshqol 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'lovchilardan g'isht terish va suvoqchilikda ishlatiladigan qorishmalar, beton va temir-beton konstruksiyalar hamda qotish jarayoni avtoklav deb ataluvchi qozonlarda kechadigan 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 faol mineral qo'shimchalar - trepel, opoka, diatomit, trasslar, pemza, vulqon kuli va tufi, faol kremniy chiqindilari, kuydirilgan gil, gliyej, kuygan jinslar, toshqollar va boshqalar.

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

3. Sementlarning tishlashuvini tezlatuvchi va susaytiruvchi materiallar: tezlatuvchilar - kalsiy xlorid ( $\text{CaCl}_2$ ), natriy xlorid ( $\text{NaCl}$ ), xlorid kislota ( $\text{HCl}$ ), eruvchan shisha ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ), 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 qorishmaning sovuqqa chidamliligini, plastikligini oshirish uchun ishlatiladigan organik va anorganik qo'shimchalar, sulfat spirt bardosi (SSB), yetmak (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, tishlashishdagi issiqlik miqdori va hokazolar.

Bog'lovchi materialni suv bilan qorishtirganda qattiq holatga 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 awalo suv miqdorini aniqlab olish kerak. Har bir bog'lovchi uchun suv miqdori uning og'irligiga nisbatan foiz hisobida standartlarda belgilangan me'yor bo'yicha aniqlanadi.

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

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

b) normal tishlashuvchi materiallar tishlashuvining boshlanish davri 30 daqiqa oxiri esa 12 soatgacha davom etadi. Bunday bog'lovchilarga beton va qorishmalar tayyorlashda ko'p ishlatiladigan barcha sementlar kiradi;

d) sekin tishlashuvchi materiallar tishlashuvining oxirgi davri 12 soatdan keyin boshlanadi.

Normal qorishma tayyorlashda suv (aslida bog'lovchining kimyoviy birikishi uchun sarflanadigan suv) kerakli miqdordan 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 mustahkamligi kamayadi.

Barcha bog'lovchilar tishlashish va qotish jarayonida o'zidan issiqlik chiqaradi. Bog'lovchining tishlashish davri va qotish jarayoni tez bo'lsa, uning issiqlik chiqarishi ham ortadi.

Bog'lovchilarning o'zidan issiqlik chiqarish 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 yetadi) harorat farqi ko'payadi. Natijada betonning notekis sovishi boshlanadi, bu esa beton tanasida darzlar hosil bo'lishiga olib keladi. Shuning uchun, gidrotexnik qurilishlarda o'zidan kam issiqlik chiqaruvchi maxsus sementlar ishlatiladi.

## **Mavzu: GIPS TEXNOLOGIYASI**

### **Reja:**

- 1. Havoda qotadigan bog'lovchi materiallar.**
- 2. Gipsning tavsifi.**
- 3. Suvli va suvsiz kalsiy sulfat modifikatsiyasi**

Gipsli bog'lovchi moddalar. Gipsli bog'lovchi moddalar kuydi-rilgan gipstosh mayda qilib tuyish yo'li bilan 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-toshdan kuydirilish harorati, sharoitiga qarab qurilish gipsi, mustahkam gips hamda angidritli sement hosil qilinadi.

Qurilish gipsi. Tarkibida ikki molekula suvi bo'lgan kalsiy sulfatli cho'kindi tog' jinsi - gipsni ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) va suvsiz gips deb ataluvchi angidrid toshni ( $\text{CaSO}_4$ ) hamda ayrim sanoat chiqindilarini pishirib gipsli bog'lovchilar olinadi. Standartda ko'rsatilishicha, birinchi navgips ishlab chiqarish uchun tarkibida  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ning miqdori 90%, ikkinchi nav uchun esa 65% dan kam boimagan tabiiy gips-tosh kerak.

Tabiiy gips-tosh oq rangli, qattiqligi 2 (Moos shkalasi bo'yicha), zichligi 2200 - 2400  $\text{kg/m}^3$  bo'lgan jinsdir. Gips-tosh zaxiralarining eng kattasi Buxoro viloyatida mavjud (Kogon gips koni).

150 - 170°C haroratda kuydirilgan gips-toshni tuyib maydalab olingan mahsulot 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 molekula suvli gipsga aylanadi, bu quyidagi reaksiya bilan ifodalanadi:



Gips-tosh 140 - 170°C haroratda ko'p miqdorda suvni yo'qotib, yarim suvli, tez qotuvchi ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ) gipsga aylanadi. Bunday bog'lovchi ba'zan *alebaster* deb ham ataladi.

Demak, qurilish gipsi hosil qilish yuzasidan belgilangan texnikaviy vazifa ikki molekula suvli gipsni yarim molekula suvli gipsga aylantirishdan iborat bo'ladi. Tabiiy kalsiy fosfatlarini fosfat kislota hamda konsentraesiyalangan fosfor o'g'itlariga gidrokimyoviy usulda aylantirish natijasida olingan chiqindi - fosfogips sanoat uchun yirik xomashyo manbai hisoblanadi.

Maxsus ishlab chiqilgan usullar asosida fosfogipsdan sifati eng yaxshi tabiiy xomashedan hosil qilinadigan mahsulotdan, qolishmaydigan tayyor bog'lovchi modda olish mumkin.

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

1. Gips-toshni kukunlab tuyiladi va pishiriladi.
2. Gips-toshni maydalab pishirib, so'ng tuyiladi.
3. Gips-toshni maydalab, yuqori bosimli suvbug'ida ishlanadi vaquritilib 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 boigan yiriklikda, bug'lash qozonlariga esa 25-50 mm yiriklikda solinadi; qozonlarda pishirganda esa gips-tosh kukun qilib tuyilgan holda solinadi. Gips-toshni pishirish usuli awalo xomashyoning xususiyati, olinadigan mahsulotga bo'lgan talabga qarab tanlanadi.

Gips-tosh bolg'ali maydalagichlarda yoki po'lat sharli (zoldirli) tegirmonlarda maydalanadi. Agar uni kukun darajasigacha tuyish kerak bo'lsa, awal quritib, keyin maydalanadi. Gips-toshni quritish, tuyish va pishirishni shaxtali yoki g'ildirakli tegirmonlarda bajarish mumkin.

Amalda gipsni *qaynovchi* deb ataluvchi qozonlarda pishirib olish usuli keng tarqalgan. Po'lat silindr va vertikal o'qqa o'rnatilgan qorgichdan iborat qozonga kukun qilib tuyilgan gips solinadi. Qozonning diametri bo'ylab to'rtta isitgich quvuri o'tkazilgan. Ular solinayotgan xom gipsni pishiradi va tayyor mahsulot qozon tagidagi g'alvir orqali gips yig'uvchi bunkerga tushadi. 2 m<sup>3</sup> qozon hajmining ish unumi 2 soatda 1000 kg ga teng. Gips kukunining qozonda pishish vaqti 1 -1,5 soat.

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% SO<sub>3</sub> va 6,21% H<sub>2</sub>O bor.

MDH davlatlaridagi ko'pgina ilmiy tadqiqot muassasalari fosfogips chiqindilaridan foydalanish masalasi ustida tadqiqot ishlari olib bormoqdalar. Armaniston Respublikasi FA Umumiy anorganik kimyo institutining VNIISTrom (Rossiya) bilan hamkorlikda ishlab chiqqan fosfogipsdan texnikaviy gips ishlab chiqarish usuli bosim ostida fosfogipsni digidratatsiyalashga asoslangan. Unda olingan *a* - yarim molekula suvli gips filtirlanadi, keyin issiq suvda chayib quritiladi (chizmaga qarang).

#### **Fosfogipsni $\alpha$ -yarimgidratga aylanishi chizmasi.**

|                                |
|--------------------------------|
| <b>Fosfogips</b>               |
| <b>Trasportyor</b>             |
| <b>Repulpator</b>              |
| <b>Nasos</b>                   |
| <b>To`planadigan sig`im</b>    |
| <b>Oraliq sig`im</b>           |
| <b>Maxsus sig`im</b>           |
| <b>Avtoklav</b>                |
| <b>Quvuruo`tkazgich</b>        |
| <b>Issiqlik almashtirg`ich</b> |
| <b>Vakuum filtr</b>            |
| <b>Quritgich baraban</b>       |
| <b>Qabul qilgich bunker</b>    |
| <b>Tegirmon</b>                |
| <b>Pnevmanasos</b>             |
| <b>Tayyor mahsulot ombori</b>  |

Institut tavsiya etgan chizmaga binoan fosfogips tasmali transportyor yordamida pulpa tayyorlash uchun «chan»ga (sig'imga) uzatiladi. Pulpada suyuq va qattiq fazalar nisbati  $S:Q=4:1$ . Keyin pulpa markazidan qochirma nasos orqali quyultirgichga yuboriladi. Oqava suvlar kanalizatsiyaga tushiriladi, quyultirilgan pulpa esa ( $S:Q=1:1$ ) markazdan qochirma nasos yordamida repulpator orqali qabulqilgichga uzatiladi va bu yerda «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. Qabulqilgichdan repulpator orqali markazdan qochirma nasos vositasida quyuq pulpa xom pulpa «chan»ga haydaladi, bu yerdan ventil roslagich va markazdan qochirma nasos yordamida quyuq va xom pulpa aralashmasi ketma-ket o'matilgan avtoklavlar orqali o'tkaziladi, bu avtoklavlarda gips degidratatsiyalanadi.  $a$  - yarim gidratli qaynoq pulpa ignani rostlagich hamda issiqlik almashtirgichdan o'tadi va aralashtirgichli qabulqilgich bakida to'planadi. Bu bak bug'dan isiydigan o'rama nay bilan ta'minlangan.

Pulpa harorati  $90 - 95^{\circ}C$  dan pasaymasligi uchun tasmali suzgichda suziladi. Suzgichdan o'tkazilgan suyuqlik rezuardan bakka yuboriladi, u yerda esa nasos yordamida «shan»ga qaytariladi. Qattiq faza (ya'ni gips) tasmali transportyordan quritgich barabaniga uzatiladi. Qurigan gips bunkerda to'planadi. Shu yo'sinda hosil bo'lgan gips qog'oz qoplarga joylanadi.

Chiqadigan gazlar natriy metasilikat eritmasi yordamida yuvilib, ftorli gazlardan tozalanadi.

Olimlardan P.F. Gordashevskiy va V.V. Ivanitskiylarning (Rossiya) ma'lumotiga ko'ra, fosfogipsdan bunday usulda  $a$  - yarim gidrat tayyorlanganda 300-500 markali mahsulot hosil bo'ladi.

## **2. Gipsning tavsifi.**

O'z kristallik tuzilishiga ko'ra gipsning quyidagi asosiy xillari bo'ladi: zol'dir simon siniq mayday donali zich gips yoki bo'shliqda tartibsiz yonaladigan yirik donali gips (alebastr); ipaksimon tovlanadigan, to'g'ri joylashgan, ipak simon kristallardan tarkib topgan tolali jins hamda qatlam-qatlam yassi tiniq kristallar tarzida joylashgan plastinka simon gips.

Tarkibida ikki molekula suv bo'lgan gips monoklin singoniyaga mansub. Uning kristalli to'ri  $Ca^{2+}$  ionlar hamda  $SO_4^{2-}$  sulfat tetraedrlarini o'z ichiga olgan suv molekulalaridan iborat qatllamlar 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 kucliliroq bog'langan. Shuning uchun suv molekulalari joylashgan (012) yuzalarga ko'ra ikki gidrat kristallari nihoyatda birikuvchanligi bilan farqlanib turadi. Birikuvchanlik (111) bo'yicha kamroq, (100) bog'lanishi 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'sh ayrilar hosil qiladi.

Shuningdek, qirralari qiyshiq va yuzasi silliq yostiqlimon kristallar ham gips uchun xos. Qo'sh ayri tizimlar hosil bo'lishi tufayli ikki yoki bir necha panjasimon qayrilgan shakldagi kristallar ham uchraydi. Kristallar ba'zan yirikroq shox-shabba 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 kul rang, sarg'imtir, qizg'ish ranglarda tovlanadi. Gipsda bir tekis tarqalgan oz miqdordagi aralashmalar gipsdan hosil qilinadigan bog'lovchi moddaning sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatmaydi.

Gipstoshning zichligi undagi aralashmalarga bog'liq bo'lib, 2200-2400 kg/m<sup>3</sup> ni tashkil qiladi. Gipsdan tayyorlangan shag'alning hajmiy massasi 1300-1600 kg/m<sup>3</sup> dan iborat bo'lib, namligi keskin ravishda 3-5 % va undan ko'p chegarada o'zgarib turadi. Moss shkalasi bo'yicha gipsning qattiqligi 2.

Gipsning suvda eruvchanligi (kalsiy sulfat hisobida) 18°C haroratda - 0,2%, 40°C haroratda - 0,21 va 100°C da - 0,17 %. Shuni aytish kerakki, haroratning 32°C dan 41°C gacha oralig'ida gipsning eruvchanligi eng yuqori bo'ladi. Turli tadqiqotchilarning ma'lumotlariga ko'ra, gipsning suvda eruvchanligi turlicha. Gipsning suvda eruvchanligi gipsning o'ta to'yingan eritmalar hosil qilish qobiliyatiga, shuningdek, kristallarining katta kichikligiga bog'liq. Gulletning ma'lumotiga ko'ra, 25°C da gipsning eruvchanligi kalsiy oksid hisobida 2 mkm kattalikdagi kristallar uchun 2,08 g/l ga yetadi, 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 bo'lib, 1,6-46°C haroratda 0,3 W/(m K)ga teng. Angidridning 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, angidrid o'zaro perpendikulyar holatdagi uch yo'nalishda mustahkam birikish qobiliyatiga ega. Angidrid kristallari asosan mayda bo'lib, ularni ajratib turuvchi yuzasi g'adir-budir chiziqlar bilan o'yilgan. Angidridning sindirish ko'rsatkichlari:

$$N_g = 1,614;$$

$$N_p = 1,57$$

Sof angidrit oq rangli bo'lib, o'z aralashmalariga qarab gips singari xilma-xil tusga kiradi. Angidrid ikki molekula suvli gipsga nisbatan ancha zich va mustahkam jinsdir. Uning zichligi 2900-3100 kg/m<sup>3</sup>.

### **3. Suvli va suvsiz kalsiy sulfat modifikatsiyasi**

Harorat va qizish sharoitlariga bog'liq holda suvli kalsiy sulfatning turli modifikatsiyalarini hosil qilish mumkin, ular kristallarning zichligi, shakli va o'ichamlari, gidratatsiya issiqligi, issiqlik sig'imi, optik xossalari va boshqa

xususiyatlari bilan bir-biridan farq qiladi.

Kalsiy sulfat modifikatsiyasini, ulaming barqaror mavjudlik sharoitlarini, birining ikkinchisiga aylanishini tekshirishga bir qancha tadqiqotlar bag'ishlangan (Le Shatelye, Vant Goff, A.A. Baykov, D.S. Belyankin, P.P. Budnikov, Kelli, Suttard, Anderson, Flerks va boshqalar). Biroq hozirga qadar uning suvli va suvsiz modifikatsiyalari soni, ularning tuzilishlari hamda flzik-kimyoviy xossalari xususida yagona fikr yo'q. D.S.Belyankin va L.G.Berg tadqiqotlari bo'yicha, shuningdek, Kelli, Suttard, 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.  $a$  - yarim molekulali suvli kalsiy sulfat ( $a$  - yarim gidrat)  $a - \text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ,  $B - \text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ .
3.  $B$  - yarim molekula suvli kalsiy sulfat ( $B$  - yarim gidrat).
4.  $a$  - suvsizlantirilgan yarim gidrat  $a - \text{CaSO}_4$ .
5.  $B$  - suvsizlantirilgan yarim gidrat  $B - \text{CaSO}_4$ .
6.  $a$  - eruvchan angidrid  $a - \text{CaSO}_4$ .
7.  $B$  - eruvchan angidrid  $B - \text{CaSO}_4$ .
8. Erimaydigan angidrid (odatda angidrit deb ataladigan)  $\text{CaSO}_4$ .

Gips suvsizlantirilganda dastlab yarim gidratga aylanadi so'ngra qizish jarayonida suvsiz modifikatsiyalarga - angidritlarga aylanadi.  $a$ - va  $B$ -modifikatsiyalarining hosil boiishi issiqlik ta'sirida ishlov berish sharoitlariga bog'liq.

$B$ - yarim gidrat deb ataluvchi modifikatsiya digidratatsiya jarayonida suvning bug' holida chiqish sharoitida hosil boiib, natijada bu modifikatsiya zarralari ichki yuzasi ancha rivojlangan tarkibiy tuzilish hosil qiladi.

$B$  - yarim gidratdan farqli ravishda  $a$  - yarim gidrat gipsga suvda yoki tuz va kislotaning suvdagi eritmalarida issiqlik ta'sirida ishlov berilayotganda hosil bo'ladi. Bunda suv suyuq tomchi holatida ajralib,  $a$ - yarim gidratning zich kristallari hosil boiishi uchun sharoit tug'iladi. Natijada  $B$ - yarim gidrat zarrachalarining solishtirma sathi  $a$ - yarim gidratnikiga nisbatan ancha (2,5-5 marta) yuqori bo'ladi.

Zarrachalar ichki sathining xilma-xilligi yordamida  $B$  va  $a$  yarim gidratlarning sindirish va zichlik ko'rsatkichlaridagi farqni izohlash mumkin.

$a$  yarim gidrat suvda qorilganda  $B$ - yarim gidratga nisbatan kam suv sarflab qo'zg'aluvchanligi keraklicha boigan xamir olish mumkin. Demak, gipsning  $a$  - yarim gidratli modifikatsiyasidan qotgan gips  $B$ - yarim gidratliga nisbatan ancha zich va mustahkam bo'ladi. Agar  $a$  va  $B$ - yarim gidratlar teng hajmdagi suvda qorilsa, hosil bo'ladigan gipstoshning mustahkamligi ham o'zaro teng bo'ladi.

Suvda qorilganda  $a$  - yarim gidrat  $B$ - yarim gidratga nisbatan birmuncha sust tishlashadi, bunda  $B$  - yarim gidrat zarrachalarining chinakam sathi yuqori darajada rivojlanganligi tufayli gidratatsiya tezligi ortadi

**Mavzu: Fosfogipsning fizik - kimyoviy xossalari,  
undan qurilish materiallari sanoatida foydalanish imkoniyatlari.**

**Reja:**

- 1. Fosfogipsning tarkibi, tuzilishi va fizik - kimyoviy xossalari.**
- 2. Magnezial bog'lovchilar.**

Turli konlardagi fosfor rudalari o'zlarining mineralogik tuzilishiga hamda aralashmalar 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 - fluorapatit  $3\text{Ca}(\text{PO}_4)\text{CaF}_2$ , shuningdek, gidrosilapatit  $3\text{Ca}(\text{PO}_4)\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan tarkib topgandir. Apatitdan tashqari, ularning tarkibida nefelin  $(\text{Na},\text{K})\text{AlSiO}_4\text{nSiO}_2$  aralashmalari, egirin  $\text{NaFe}(\text{SiO}_3)_2$ , titanomagnetit  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{FeTiO}_3\text{TiO}_2$ , ilmenit  $\text{FeTiO}_3$ , sfen  $\text{CaTiSiO}_5$ , dala shpatlari va boshqalar bor. Fosforitlar uchun mayda kristalli tuzilma, yuqori disperslik va zarrachalar g'ovakligi xosdir.

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

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

Ekstraksiyaning texnologik ko'rsatkichlariga asosan haroratga va fosfat kislota konsentratsiyasiga qarab kalsiy sulfatning turli kristallgidratlari: digidrat, nimgidrat va angidrit cho'kindiga tushishi mumkin. Shunga muvofiq ravishda, fosfat kislota ishlab chiqarishning digidrat, nimgidrat va angidrit usullari farqlanadi. Ularning har birining mohiyati fosfat yetarli darajada to'la parchlanishi, 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 tahlilishini ko'rsatadiki, bu jinslarning katta qismi mayda kristalli mo'rt (amorf) fosfatlardan tashkil topgan bo'lib, tarkibida bir oz aralashmalar ham mavjuddir.

Qorator fosforitlari kimyoviy tarkibi quruq modda tarzida % hisobida quyidagicha.

Erimaydigan qoldiq - 10 - 18%

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-24-26;

CaO- 35-42;

MgO - 0,5-50;

Fe<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 1,3;

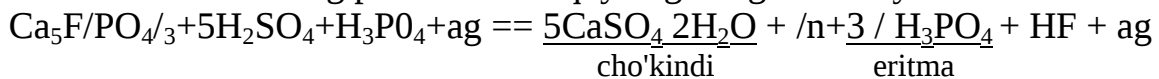
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 1,3;

F - 2,1-2,8;

CO<sub>2</sub>- 3,1.

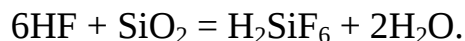
Olmalik «Ammofos» ishlab chiqarish birlashmasida fosfor kislota Qoratov fosforit uniga oltingugurt kislota ta'sir ettirilishi natijasida parchalanishi va kalsiy sulfatning digidrat ko'rinishida cho'kish usuli bilan ajratib olinadi. Oltingugurt kislota, fosforit uni bilan aralashtirilganda fosfor kislota hosil bo'ladi va kalsiy sulfat digidrat cho'kindisiga tushadi (pulpa-suspenziya).

Fosforit unining parchalanishi quyidagi tenglama bo'yicha boradi:

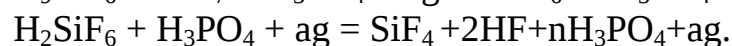
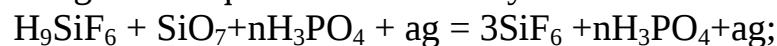


Cho'kindi asosan ikki molekulali suvli kalsiy sulfat (CaSO<sub>4</sub> • 2H<sub>2</sub>O) dan iborat bo'lib, parchalanmay qolgan fosfat, nordon fosfor tuzlar va silikatlar aralashmasidan tarkib topgan. Aralashmalarning miqdoriy tarkibi dastlabki xomashyoning mineralogik tarkibi, ishlab chiqarishning qay darajada yoiga 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.

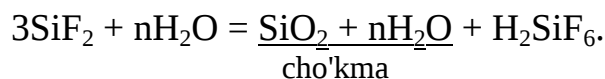
Kremniy kislota ftorli vodorod bilan o'zaro reaksiyaga kirishadi:



Ftor kislota eritmasi ustida H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> bug'larning qayishqoqligi, harorat va H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> konsentratsiyasining ko'tarilishi bilan ortib boradi. Buning natijasida fosfat kislota ishlab chiqarishning turli sharoitlarida fosfatlar parchalanayotganida ajralib chiqayotgan ftorli gazlar miqdori bir xil bo'lmaydi:



Fosfor kislota ishlab chiqarish sharoitlarida SiF<sub>4</sub> HF ga nisbatan katta qayishqoqlikka ega, shu sababli chiqayotgan ftorli kremniy kislota cho'kindisi va gazlarda H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> eritmasi hosil bo'ladi:



Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, fosfogipsdagi ftor tarkibi 0,1 - 0,4% dan oshmaydi. Fosfogipsning namligi karusel vakuum-filtrning ish sifatiga bog'liq bo'lib, 30% dan 40% gacha o'zgarib turadi.

Nam fosfogipsning hajm og'irligi yumshoq holatda 0,531 dan 0,581 t/m<sup>3</sup> gacha o'zgarib turadi va o'rtacha 0,556 t/m<sup>3</sup> ni tashkil etadi.

Doimiy og'irlikkacha quritilgan fosfogipsniki yumshoq holatda hajmiy massasi - 0,508 dan 0,526 t/m<sup>3</sup> gacha, o'rtachasi - 0,517 t/m<sup>3</sup> gacha. Olmalik «Ammofos» ishlab chiqarish birlashmasining fosfogipsi tashqi ko'rinishi bo'yicha ipaksimon tovlanib turadigan kul rang, oson guvalanuvchi materialdir. Uning o'ziga xos hidi bor, tuzilishi yumshoq, teksturasi tartibsiz, tarkibiy tuzilishi bitta mineraldan iborat, salgina namroq material orasi yumshoq massadan tarkib topgan guvalalardan iborat. Quritilgan holatda u mayda dispers kukundir.

Elakdan o'tkazish tahlili ma'lumotlari bo'yicha fosfogipsning eng ko'p fraksiyasi 1,6 - 0,4 va 0,16 - 0,1 mm o'lchamdagi zarrachalar iborat.

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; A paydo bo'ladi. 200°C dagi haroratda qizdirilganda fosfogips tarkibidagi ikki molekulali suvli gips nim suvliga va qisman angidritga aylanadi.

2500 va undan yuqori harorat ikki molekulali suvli gips chiziq-lari jadalligi nihoyatda kamayadi. Harorat 400°C gacha ko'ta-rilganda angidritning yanada jadalroq chiziqlari paydo bo'ladi, 1250°C gacha va undan yuqori darajaga ko'tarilganida esa kvars chiziqlari yo'qoladi, bu SiO<sub>2</sub> ning CaO bilan o'zaro ta'sir etib, kalsiy silikati hosil bo'lganidan dalolat beradi. Harorat 130°C va 1400°C gacha ko'tarilganida angidritdan tashqari 2,68 Å° chizig'i kuzatiladi, u qattiq silikofosfat kalsiy eritmasiga to'g'ri keladi.

Fosfogipsning differensial termik tahlili (D.T.T.)da aniqlanishicha, egri chiziqlari 100-180°C, oralig'ida paydo bo'ladigan ikki molekulali suvli gipsning yorqin namoyon bo'ladigan degidratatsiyasi ikki endotermik effektiga ega. Fosfogipsning birinchi endotermik effekti boshlanishi gipsnikidan (110°C haroratda) farqli ravishda 100°C haroratda paydo bo'ladi. Faol degidratatsiya nisbatan past haroratda yuzaga keladi. Birinchi endotermik effekt boshlanishi haroratining pasayishi, ehtimol, fosfogips tarkibidagi aralashmalar bilan bog'liqdir. Ular mexanik qo'shimchalar sifatida berilishi, shuningdek, kalsiy sulfat kristall panjarasiga kirishi (masalan: CaHPO<sub>4</sub> • 2H<sub>2</sub>O) yoki muayyan xossalarga ega bo'lgan mustaqil tizim (sistema)lar hosil qilishi mumkin. Ayni shu kalsiy sulfatning ikki o'rin olgan qattiq eritmalari fosfogipsning o'ziga xos xossalarini belgilab berayotgan bo'lishini inkor etib bo'lmaydi, bu xususan, uning degidratatsiyasi harorati pasayishida namoyon bo'lyapti. Fosfogipsda mavjud bo'lgan suvda eriydigan fosfatlar ham sezilarli darajada uning degidratatsiyasi haroratini tushiradi. Katta bo'lmagan endotermik effektlar maksimum 540 - 550°C haroratda kvars borligidan dalolat beradi. Harorat 670 - 780°C bo'lganida fosfogips tarkibida mavjud bo'lgan karbonatlar dissosiasiya reaksiyasiga uchraydi, natijada endoeffektlar hosil bo'ladi. 985-1100°C haroratdagi ekzoefektlar fosfogips tarkibida zarur miqdordagi CaO aralashmasi sifatida mavjud bo'lgan kvarsning reaksiyaga kirishuvi natijasida ikki kalsiyli silikat hosil bo'lishi bilan bog'liqdir. 1150-1160°C haroratda endoeffektlar kalsiy sulfat dissotsiatsiyasiga to'g'ri keladi va 1215°C da angidrit polimorf o'zgarishlari yuz beradi.

Fosfogipsning petrografik tadqiqotlari uning asosan tablet-kasimon va prizma, gabitus shakllaridagi gips kristallchalaridan iborat ekanligini ko'rsatdi. Ularning o'lchamlari 0,1-0,5 mm oralig'ida o'zgarib turadi, 0,1-0,4 mm lilari ko'p uchraydi.

Kristallari rangsiz, suvdek tiniq, mayda xol-xol chang zarrachalari bor. Ayrim kristallarda mayda xolsimon gips zarrachalari borligi ham kuzatiladi. Mineral yumshoq bo'lib, oson eziladi. Nur sindirish ko'rsatkichlari: Ng - 1,527; Np - 1,524; Ng - Np=0,003.

Kamonsimon qo'shaloq shakldagilari ko'p 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 yoritil-maydigan,  $0,15$  mm o'lchamdagi gil bo'lakchalar bor.

Suvda erimaydigan qoldiqning kimyoviy tarkibini aniqlash uchun fosfogipsga  $2 \text{ NH}_4\text{Cl}$  bilan ishlov berildi. Bunda u  $9,2\%$  ni tashkil etib, asosan ( $95,50\%$ ) kremnezemdan iborat bo'ldi.

Oksidlar ichida  $\text{R}_2\text{O}_3$  ko'p uchraydi.

2-jadval.

Fosfogipsning kimyoviy tarkibi (% hisobida).

| Sinov namunasi          | Olmalik fosfogipsi | Voskresensk fosfogipsi |
|-------------------------|--------------------|------------------------|
| QKY                     | 0,08               | 3,55                   |
| $\text{SiO}_2$          | 95,50              | 33,18                  |
| $\text{Al}_2\text{O}_3$ | 1,54               | 0,64                   |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | 1,52               | 23,80                  |
| $\text{CaO}$            | 0,28               | 8,56                   |
| $\text{MgO}$            | -                  | 0,24                   |
| $\text{SO}_3$           | 0,12               | 3,50                   |
| $\text{TiO}_2$          | -                  | 22,20                  |
| $\text{Na}_2\text{O}$   | 0,22               | 3,72                   |
| $\text{K}_2\text{O}$    | 0,76               | 0,14                   |
|                         | 100,02             | 99,53                  |

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 hokazo.

## 2. Magnezial bog'lovchilar.

Magniy xlorid ( $\text{MgCl}_2$ ) ning suvli eritmalariga qoriladigan va mayda tuyilgan kaustik magnezit yoki kaustik dolomit kukunlaridan iborat havoda qotadigan bog'lovchi moddalar *magnezial bog'lovchi materiallar* deb ham 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  $750 - 850^\circ\text{C}$  haroratda kuydirib, so'ngra pishgan mahsulotni kukunsimon holga kelguncha tuyish yo'li bilan olinadi.

Magnezit magniy karbonat ( $\text{MgCO}_3$ ) tuzidan iborat bo'lib, tabiatda ikki xil,

ya'ni amorf va kristall ko'rinishda uchraydi.

Kristall magnezit (tarkibidagi qo'shilmalarga qarab) kul rang, oq, ba'zan sarig' va hatto jigar rang tusda aniq kristall tuzilishda va shishadek shaffof bo'ladi. Unda  $\text{CaCO}_3$  va  $\text{FeCO}_3$  ko'rinishlardagi qo'shilmalar bor. Ammo sof holida ham uchraydi.

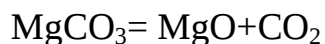
Magnezitning kimyoviy tarkibi quyidagicha: 47,82%  $\text{MgO}$  va 52,18%  $\text{CO}_2$ .

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

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

Xomashyo ishlab chiqarish chizmasiga qarab maydalanadi. Masalan, shaxta pechlar uchun yirik, aylanma pechlar uchun maydaroq material zarur.

Magnezitni kuydirish uchun pechlarning hamma turidan (xum-dondan tortib maxsus konstruksiyadagi mexanik pechlargacha) foydalanish mumkin, ammo ko'pincha o'txonasi tashqariga joylangan shaxta pechlarda kuydiriladi. Kuydirilayotganda magnezit parchalanadi va quyidagi reaksiya bo'yicha magniy oksidi bilan angidrit gaziga ajraladi:



Magniy karbonatning parchalanish reaksiyasi endotermik reaksiya hisoblanadi, ya'ni bu reaksiya sodir bo'lishi uchun talaygina miqdorda issiqlik (1kg  $\text{MgCO}_3$  ga 344 kkal) sarflash talab qilinadi. Magniy karbonat  $500^\circ\text{C}$  da parchalana boshlaydi deb qabul qilsa bo'ladi, lekin  $600-650^\circ\text{C}$  da talabdagidek tez o'tadi. Zavod sharoitlarida magnezit nisbatan ancha yuqori, taxminan  $800^\circ\text{C}$ , aylanma pechlarda esa  $1000^\circ\text{C}$  gacha haroratda kuydiriladi.

Magniy karbonatning parchalanish reaksiyasi umuman qaytarma reaksiyadir. Reaksiya talabdagidek yo'nalishda bo'lishi uchun uning mahsulotlaridan biri, ya'ni  $\text{CO}_2$  tabiiy yoki su'niy yo'l bilan chiqarib tashlanadi, shuningdek, kuydirish harorati nazariy zarur harorat darajasidan oshiriladi. Biroq o'ta yuqori haroratdan foyda yo'q, chunki bunda  $\text{MgO}$  ning bog'lovchilik xossalari yomonlashadi.

Magnezitni  $1300^\circ\text{C}$  dan ortiq haroratda kuydirish natijasida «o'ta pishgan» magnezit hosil bo'ladi. Bunday magnezitni tuyganda u bog'lovchi modda bo'lmay qoladi, balki o'tga chidamli magnezit buyumlar ishlab chiqarish uchun xomashyo sifatida ishlatishga yaraydi, xolos.

Demak,  $\text{CO}_2$  batamom ajralib chiqqanida kuydirish harorati (ruxsat etiladigan chegaralarda) 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  $3,1-3,4 \text{ g/sm}^2$  bo'lishi kerak. Kuydirilmagan magnezitning solishtirma og'irligi o'rtacha hisobda - 3, «o'ta kuydirilgani»niki esa -  $3,7 \text{ g/sm}^3$ . Shuning uchun ham chala kuydirilganda magnezitning solishtirma og'irligi 3,1 dan past, o'ta pishirganda  $3,4 \text{ g/sm}^2$  dan 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. Burring uchun konda uning o'rtacha namunalarini tanlab olib, kimyoviy tahlil qilib ko'rish zarur.

Tabiiy dolomitni taxminan 650 - 750°C da (chala) kuydirganda kaustik dolomit hosil bo'ladi.

Kaustik magnezit ishlab chiqarayotgandagidek dolomit shaxta va aylanma pechlarda chala kuydirilishi mumkin.

Dolomitni chala kuydirganda  $MgCO_3$  dekarbonlashadi (parchalanadi) va  $MgO$  ga aylanadi.  $CaCO_3$  ning ko'p qismi parchalanmay qoladi, chunki uning dissotsiatsiya haroratidan yuqori chala kuydirish natijasida tarkibida magniy oksidi, ohaktosh va ozgina miqdorda ohak bo'lgan mahsulot hosil boladi.

Harorat 800-1000°C gacha ko'tarilganda kuydirilgan mahsulot tarkibida anchagina miqdorda soma oladigan kalsiy oksidi bor dolomit ohak vujudga keladi. Harorat 1300°C dan 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 eritmaları, shuningdek, magniy sulfati, temir sulfatlarining eritmaları va boshqa tuzlar qoritqi bo'lishi mumkin. Kaustik magnezitni suv bilan qorilganda qotgan sement tosh nisbatan unchalik mustahkam bo'lmaydi. Holbuki uni xlorid yoki magniy sulfati bilan qorganda nihoyatda mustahkam sementtosh 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/sm<sup>3</sup> gacha bo'ladi.

Magnezial sement komponentlarining o'rtacha ulushi faol 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 %  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  dan iborat bo'ladi.

Sulfat kislotani magniy oksidi bilan neytrallab, magniy sulfati olish mumkin.

Magniy sulfatidan foydalanayotganda quyidagicha ulushlanadi: suvsizlantirilgan  $MgSO_4$  ga hisoblanganda 80-84% magniy oksidi va 20-16% magniy sulfati.  $MgSO_4$  li qorishmadan tayyorlangan sementtosh  $MgCl_2$  li qorishmadan ishlanganga qaraganda unchalik mustahkam bo'lmaydi. Biroq magniy sulfatli qorishmadan tayyorlangan sementtoshning gidroskopikligi magniy xloridli qorishmadan ishlangan sementtoshnikidan 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 dog'larni kamaytiradi.

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

Birinchisi magniy oksidning gidratatsiyalanishi bilan xarakterlanadi. Bu jarayon davomida qo'shaloq birikma  $MgOMgCl_2 \cdot 6H_2O$  hosil bo'ladi (qoritqi

sifatida  $MgCl_2$  olingan bo'lsa). Gidratatsiya va qo'shaloq tuzning hosil boiish reaksiyalari deyarli qorib bo'lgandan keyinroq boshlanadi.

Ikkinchi davr tishlashish yoki kolloidlanishi. Reaksiyalar natijasida hosil boigan 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 davrda kolloid massa yaxna holatida qayta kristallashish yoii bilan kristall o'simtaga aylanadi. Kristallar hosil bo'lsa-da, ular juda ham kichik, kolloid oichamlarga yaqin bo'ladi.

Magnezit xomashyoni  $800-850^{\circ}C$  haroratda 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 sonli elakda ko'pi bilan 5% material qolishi, 0085 sonli elakdan materialning kamida 75% i o'tishi kerak.

Kaustik magnezitning kimyoviy tarkibini quyidagi ma'lumotlardan bilib olish mumkin (3-jadval).

3- jadval

Kaustik magnezitning kimyoviy tarkibi.

| Komponentlarning nomi                            | Magnezit tarkibida og'irlik bo'yicha, % hisobida |         |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------|
|                                                  | 2- sinf                                          | 3- sinf |
| Magniy oksidi, ( $MgO$ ) kamida                  | 83                                               | 75      |
| Kalsiy oksidi, ( $CaO$ ) ko'pi bilan             | 2,5                                              | 4,5     |
| Xlorid kislotada erimaydigan qoldiq, ko'pi bilan | 2,5                                              | 4       |
| Bir yarim miqdorli oksidlar $Al_2O_3+Fe_2O_3$    | normalanmaydi                                    |         |
| $110^{\circ}C$ dagi namligi, ko'pi bilan         | 1,5                                              | 1,5     |

Kaustik magnezit tishlashishi kamida 20 daqiqadan keyin boshlanib, kechi bilan 6 soatda (qorgan vaqtdan hisoblaganda) tugashi kerak. Kaustik magnezitni normal sharoitlarda sinayotganda hajman bir tekis o'zgaradigan boiishi 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 yetadi).

Dolomit xomashyoni magniy karbonat dissotsiatsiyasi haroratidan yuqori,

biroq kalsiy karbonatnikidan kam ( $700^{\circ}\text{C}$  ga yaqin) haroratda chala kuydirilib tayyorlanadigan nimpishiq dolomitning solishtirma og'irligi  $2,87\text{--}2,85\text{ g/sm}^3$  atrofida, hajm og'irligi esa  $1,08$  dan  $1,11\text{ t/m}^3$  gacha bo'lishi kerak.

Nimpishiq dolomit kaustik magnezitga nisbatan o'yiladigan talablarga mos darajada mayda tuyilgan bo'lishi kerak.

Kaustik magnezit namunalarning cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi ( $3,7$  va  $28$  sutka tutilgan) kamida  $1,0$ ,  $1,6$  va  $2,5\text{ MPa}$  bo'lishi lozim. Namunaiaar 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 qipiqalaridan foydalaniladi. Ksilolit pollar gigiyena talablariga mosligi va ko'pga chidashi bilan farq qiladi. 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 (yo`lak, oshxona, zinapoya maydonchalari va hokazolar)da, shuningdek, rejimi quruq fabrika va zavod binolarida quriladi.

## **Mavzu: OHAK TEXNOLOGIYASI**

### ***Reja:***

- 1. Havoda qotadigan ohak.**
- 2. So'ndirilmagan kesak-ohak.**
- 3. So'ndirilgan oxak.**

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 modda boiishi uchun kesak-ohak mayda tuyilishi zarur.

Kesak-ohakni maydalashning ikki usuli qo'llaniladi:

mexanik usul - zo'ldirli yoki boshqa tegirmonlarda tuyiladi;

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

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

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

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

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

Kesak-ohakni so'ndirib yoki tuyib maydalash jarayoniga faol 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. Ohakka qancha mineral qo'shilma qo'shish mumkinligi ohakning faolligi ( $\% \text{CaO} + \% \text{MgO}$ ) bilan aniqlanadi. Ammo 12-jadvalda ko'rsatilgan miqdordan kam bo'lmasligi kerak.

Ohak ishlab chiqarish uchun ohaktoshlardan foydalaniladi. Ohaktoshlarda kalsiy karbonatdan tashqari ozmi-ko'pmi magniy karbonat ham bo'ladi. Kuydirilayotganda karbonat tuzlari qattiq  $\text{CaO}$  va  $\text{MgO}$  oksidlari hamda gazsimon mahsulot -  $\text{CO}_2$  ga dissotsiatsiyalanadi. Gazsimon mahsulot chiqarib 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 daqiqa ichida so'nadi va asta so'nuvchan ohak 20 daqiqadan ortiq muddatda so'nadi.

Qaynama-ohakni so'ndirayotganda ohak xamiri harorati 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 harorati 70°C dan past) va yuksak ekzotermik ohak (so'ndirilayotgan vaqtdagi eng yuqori harorati 70°C dan ortiq).

## **2. So'ndirilmagan kesak-ohak**

So'ndirilmagan kesak-ohak ishlab chiqarish texnologik jarayoni, keltirilgan chizmadan ko'rinish turibdiki, asosan ohaktosh qazib olish, uni tayyorlash va kuydirishdan iborat.

### **1. Xomashyo materiallari va ularni tayyorlash.**

So'ndirilmagan kesak-ohak ishlab chiqarish 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 (magniy karbonat, gil va har xil oksidlar)

**1 Standart laboratoriya sinovi vaqtidagi so'nish tezligi deganda kesak-ohakni suv bilan qorqan vaqtdan xamiri eng yuqori haroratqacha qiziquniga qadar o'tgan davr tushuniladi.**

borishiga 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 ranggacha boradi. Bitum va ko'mir moddalar qo'shilgan bo'lsa, ohaktosh qoramtir bo'ladi. Sariq, qo'ng'ir, kulrang tusda bo'lishi ohaktoshdagi temir va marganes 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) ohaktoshlar.

Keltirilgan tasnifdan ko'rinish turibdiki, havoda qotadigan ohak ishlab chiqarish uchun faqat sof ohaktosh va qisman mergelli (gil) ohaktoshnigina ishlatish kerak.

Havoda qotadigan ohak xossalari katta ta'sir etadigan ikkinchi modda magniy karbonatdir. Karbonatli tog' jinslari tarkibida qancha  $MgCO_3$  borligiga qarab, salgina dolomitlashgan 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 D sinfga bo'linadi. Bunday bo'lishi uchun tog' jinslari tarkibida qancha karbonat, magniy karbonat va gil aralashma ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  va  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  oksidlari) borligi asos qilib olingan. Quyida (4-jadval) ohaktoshning har sinfga nisbatan qo'yiladigan talablar keltirilgan.

4-jadval.

Havoda qotadigan ohak ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan ohaktoshlarning kimyoviy tarkibi.

| Ohaktoshlar sinfi | Tarkibi, % hisobida |                               |                               |
|-------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                   | $\text{CaCO}_3$     | $\text{MgCO}_3$ , ko'pi bilan | Gil aralashmalar, ko'pi bilan |
| A                 | 95                  | 2,5                           | 2                             |
| B                 | 82                  | 10                            | 8                             |
| D                 | 50                  | 40                            | 8                             |

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

- donador-kristall yoki marmar (mayda kristall tarkibiy tuzilishga ega) ohaktosh;

- zich-kristall tarkibiy tuzilishga ega ohaktosh;
- zoldirchalar to'plamidan iborat oolit ohaktosh;
- ohaktosh tuf (g'ovak ohaktosh);
- o'lgan jonli organizmlar kosasidan iborat ohaktosh - chig'anoq;
- yumshoq-bo'sh tog' jinsi - bo'r.

Shaxta pechlarda kuydirib, havoda qotadigan ohak ishlab chiqarish uchun tarkibiy tuzilishi zich hamma ohaktoshlardan foydalansa bo'ladi.

### 3. So'ndirilgan oxak

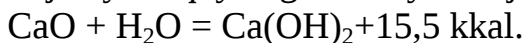
**Ohakni so'ndirish jarayonlari.** Ohakni so'ndirishdan maqsad - tuyilgan ohak olishdir.

Mayda ohakning, ya'ni yarim tayyor mahsulot hisoblanadigan kesakning qaynama-ohakdan farqi shuki, u bogiovchi sifatida ishlatilishi mumkin. Qaynama-ohak suv ta'sir qilganda o'z-o'zidan parchalanib, kukunga aylanadi.

Nihoyatda mayda mahsulot olish uchun juda oz energiya sarf qilinishi va so'ndirish qurilmasi oddiy bo'lgani uchun ohak maydalashning bir necha ming yillardan beri ma'lum boigan bu usuli keng qo'llanib kelinmoqda.

Qancha suv quyilganiga qarab ohakni juda mayda quruq kukun va ohak-xamir holatida so'ndirish usullari bor.

Ohakni so'ndirish jarayoni quyidagi reaksiya natijasida sodir bo'ladi:



O'ngdan chapga yo'nalgan chiziqli reaksiya qaytar reaksiya ekanligini ko'rsatadi, ya'ni tegishli sharoitlarda awaliga hosil bo'lgan kalsiy oksidi gidrati  $\text{Ca(OH)}_2$  ning kalsiy oksidi ( $\text{CaO}$ ) va suv ( $\text{H}_2\text{O}$ ) ga parchalanishi mumkin. Ohakni so'ndirayotganda juda ko'p, ya'ni 1 gramm-molekula ohakka 15,5 kkal yoki 1 kg dan 277 kkal issiq ajraladi. So'ndirilayotgan mahsulot harorati ko'tarilib ketishi natijasida  $\text{Ca(OH)}_2$  parchalanishi mumkin. Lekin  $547^\circ\text{C}$  haroratda, ya'ni suv bug'larining  $\text{Ca(OH)}_2$  ustidagi parsial bosimi atmosfera bosimi bilan tenglashganidagina batomom parchalanadi. Parchlanish ancha past, qariyb  $300^\circ\text{C}$  haroratda ham sezilarli bo'lishi mumkin.

Muhit yetarli darajada ancha nam bo'lsa va harorat ko'tarilishiga yo'l qo'yilmasa, jarayon talab qilingan yo'nalishda o'tadi va qaytar reaksiya bo'lmaydi. Ohakni so'ndirayotganda ana shu narsa 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 kukunga aylanadi. Ohak zarrachalarining ich-ichiga kirib ketgan nam  $\text{CaO}$  bilan o'zaro kimyoviy ta'sir etishuvida ajralib chiqqan issiqlik suvni bug'ga aylantiradi. Bug' hajmi suyuq faza hajmiga qaraganda keskin kengayishi natijasida ohak zarrachalarida ichki cho'zuvchi zo'riqishlar 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-nav 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% gacha suv talab qiladi. 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, 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  $\text{CaO}$  va magniy oksidi bilan gil aralashmalardan qancha borligiga bog'liq. Ammo o'rtacha hisobda 1 og'rlik qism qaynamaga 2-3 og'rlik qism suv sarflanadi.

Ohak so'ndirish tezligi va natijalari esa uning kimyoviy tarkibi, kuydirish harorati 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'tilganidek, ohakda  $\text{CaO}$  dan tashqari ozmi-ko'pmi magniy oksidi

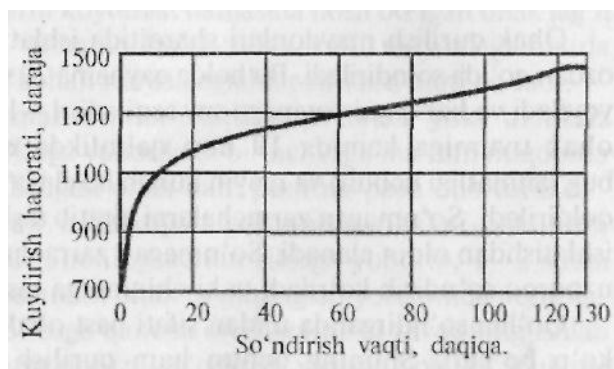
va gil aralashmalar bo`ladi. Ularning bir qismi CaO bilan kimyoviy birikma tarzida birikishi mumkin, qolgan qismi esa erkin holda qoladi. MgO va gil aralashmalar borligi sababli so`ndish jarayoni sustlashadi va so`ndirilgan ohak sifati yomonlashadi. Ulardan qancha borligiga qarab, kuchli ekzotermiyaga ega bo`lgan, tez so`nadigan va plastic, 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 ohak 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 harorati 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 atm gacha bug' bosimida) usuli paydo bo`ldi. Bu usul MgO dan ko`p bo`lgan taqdirda ham nihoyatda sifatli mahsulot olishga imkon beradi.

Ohakning so`nish tezligi suv haroratiga ham bog`liq. Chunki sovuq suv ishlatganda issiqning anchagina qismi ohak bo`laklarini maydalab yuboradigan bug'ning hosil bo`lishi uchun emas, balki suvni isitishga sarf bo`ladi. Bug' hosil bo`lish jarayoni sekinlashsa, hosil bo`lgan kalsiy gidrat oksidining ohakning gidratlanmagan zarrachalari yuzasida qatlamlanib qolishini keltirib chiqaradi. 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  $\text{Ca(OH)}_2$  pardasi buziladi va suv yangi zarrachalarga bemalol o`tib kelaveradi.

Amalda so`ndirish jarayonini tezlatish uchun 40 - 50°C gacha isitilgan suv ishlatiladi va ohak yaxshilab aralashtirib turiladi. Suvga ba'zi xlorli tuzlar, ya'ni  $\text{CaCl}_2$ . 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 zarra chalari ustida kalsiy sulfatining paydo bo`lishi suvning zarracha ichiga kirishiga to`sqinlik qiladi.



**1-rasm. Ohak so`ndirish muddatining ohaktoshni to`sqinlik qiladi. Kuydirish haroratiga bog`liqligi.**

Ohak qurilish maydonlari sharoitida ishlatilayotganda, u oz-ozdan qoida so'ndiriladi. Bu holda qaynama 20 sm gacha qalinlikda yoyiladi va har qaysi yoymaga suv sepiladi. 1-1,5 m balandlikdagi ohak uyumiga kamida 10 mm qalinlikda 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.

Qoida 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.

## **Mavzu: Gidravlik ohak va romansement.**

### **Reja:**

#### **1. Gidravlik ohak**

#### **2. Romansement**

Odatda tarkibida 6% dan 20% gacha gil aralashma bo'ladigan mergel ohaktoshlarni eritib, bir-biriga yopishib qolmaydigan darajada kuydirib, keyin mayda tuyganda hosil bo'ladigan bogiovchi 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 (xomashyo) tarkibidagi kalsiy oksidi va kislota oksidlari (yig'indisi)ning 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 boigan boshqa moddalar (kalsiy silikat, alyuminat va ferritlar) kam bo'ladi. Masalan, gidravlik ohak gidravlik modulining miqdori, 1,7-9 ga teng. Gidravlik moduli 1,7-4,5 ga teng boigan 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 birikmalalar - 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 xossalari va ishlatilish sohalari ham har xil.

**Texnologik chizma.** Mergel ohaktosh portlash yo'li bilan qazib olinadi va maydalanib, saralanadi, keyin kuydiriladi.

Ohak kuydiruvchi agregat sifatida shaxta yoki aylanma pechlardan foydalaniladi. Shaxta pechlarda kamida 20 - 40 mm o'lchamda, 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 birikadi. Shunda kalsiy silikatlar, alyuminatlari va ferritlari hosil bo'ladi. Aytib o'tilgan o'zaro birikish suyuq fazada emas, qattiq fazalarda sodir bo'ladi. Shuning uchun ham kuydirilgan material kesaklanib qolmaydi.

Gidravlik ohakni kuydirish harorati amalda 800 - 900°C dan 1000°C gacha bo'ladi. 1100°C dan yuqori haroratda mahsulot so'nish qobiliyatini yo'qotadi.

Gidravlik ohak ishlab chiqarishda dolomitlashmagan va dolomitlashgan ohaktoshlar qo'llaniladi. Dolomitlashgan ohaktoshlardagi  $MgCO_3$  miqdori 20% gacha boradi. Bunday ohaktoshlarni kuydirayotganda talaygina magniy oksidi hosil bo'ladi. Magniy oksidi esa kuydirish harorati 800 - 900°C dan ortishi bilan suvga nisbatan faolligini tobora kamaytirib boradi. Bunda magneziya sekin so'nadi va qotib qolgan betonda ham so'nishni davom ettirishi va oqibatda beton yorilib ketishi mumkin. Shuning uchun ham dolomitlashgan mergel ohaktoshlarni yuqorida ko'rsatilgani kabi 800-900°C dan oshmaydigan haroratda shaxta pech yoki aylanma pechlarda kuydirish kerak.

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

Tuyilgan so'ndirilmagan ohak olishda dolomitlashmagan ohaktoshlarni xomashyo bilan yoqilg'i aralash solingan pechlarda kuydirilgani yaxshi. Chunki mayda tuyilgan holdagi yoqilg'i kuli ohakning gidravlik xossalari 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.

Pechdan olinayotgan kuydirish mahsuloti (so'ndirilmagan gidravlik kesak ohak deb yuritiladi) hali bog'lovchi material hisoblanmaydi va qorishma hamda beton ishlashida undan 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, zo'ldirli tegirmonlarda 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 shar tegirmonlarining sarflash bunkeriga uzatiladi. Bunkerdan ta'minlagich yordamida

shar 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 texno-logiyadan tubdan farq qiladi.

Gidravlik ohak ham havoda qotadigan ohak singari qimmatli xossaga ega: unga suv ta'sir qilganida, 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 feritlari 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 tegirmonlarida maydalanadi. So'ngra so'ndirilmagan ohak kukuni 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 kun (3-5) 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 boigan suv miqdori ohakdagi erkin CaO miqdoriga bog'liq. Kalsiy oksidi ohak og'irligining 15-25 foiz 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 yerda batamom so'ndiriladi. Gidravlik ohak sekin so'nadigan modda bo'lgani uchun ko'pincha 10-15 kungacha siloslarda saqlanadi. Issiq suvni ishlatish so'ndirish jarayonini ancha yaxshilaydi. Shu maqsadda so'ndirgich shnekda ohak bug' bilan namlanadi. Silosdagi massaning isishiga ohak gidrattatsiyalanayotgan vaqtda ajralib chiqadigan issiq ham yaxshi yordam beradi.

## **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 chiqarish uchun ohaktosh va gilning sun'iy aralashmasidan foydalansa ham bo'ladi. Tishlashish muddatini keragicha o'gartirish uchun romansementga 5% gacha gips, shunindek, 15% gacha (og'irligi bo'yicha) gidravlik 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 aralashma 25 - 30 % gach boradigan mergellar ishlatgani yaxshi.

**Romansementning qotishi, xossalari va ishlatilishi.** Gidravlik ohak tarkibidagi gidravlik komponentlar qotayotganda qanday jarayonlar ro'y bersa, romansement qotayotganda ham ana shunday jarayonlar sodir bo'ladi. Romansement kukuni suv bilan qorilganda kalsiy silikatlar, alyuminatlari va feritlari gidratlanadi va kalsiy gidrosilikatlar, gidroalyuminatlar va gidroferitlar 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. Sement xamiri erkin suvni yo'qotishi bilan koagulyatsiyalanishi (zichlashishi) tufayli mustahkamlanadi.

Sement xamiri yanada zichlashganidan keyin butunlay noplastik bo'lib qoladi va berilgan shaklni saqlaydigan qattiq jismga aylanadi. Biroq hali unchalik mustahkam bo'lmaydi (sement xamirning bunday holatiga tishlashishning oxiri deyiladi). Kolloid massalar yanada mustahkamlanishi va qisman kristallanishi natijasida sementtosh 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 yerda 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 alyuminatlari bilan o'zaro ta'sir etishadi va ularni qiyin eriydigan moddalarga aylantiradi, natijada tishlashish jarayoni sekinlashadi.

Gipsdan qancha qo'shish kerakligi romansement tarkibidagi alyuminatlar miqdorigabog'liq: odatda 5% dan oshmaydi. Ba'zan sement mustahkamligini oshirish maqsadida gipsdan ko'proq qo'shiladi. Qancha qo'shish kerakligi laboratoriyalarda o'tkazilgan sinovlarga asoslanib belgilanishi kerak.

Gidravlik qo'shilmalarga kelganda, romansementda ma'lum miqdorda erkin ohak boigani yoki ana shu erkin ohak u qotayotgan vaqtida oz miqdorda ajralib chiqadigan hollarda gidravlik qo'shilmalarning ohak qotishidagi roli namoyon bo'la boshlaydi. Gidravlik qo'shilmaning qum tuprog'i ( $\text{SiO}_2$ ) 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.

Romansementning mustahkamligi. Romansement sekin qotadigan, mustahkamligi nisbatan past (28 kunlik) markali bog'lovchi modda hisoblanadi. Bu lining 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 qotishning dastlabki 5 - 7 sutkasida bevosita suv ta'siriga uchratib bo'lmaydi.

Biroq quruq havo ham, qotish ham uning 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 qulay sharoit nam havo sharoitidir.

Romansementning qotishi va uning mustahkamlanishiga atrofdagi muhit

harorati ham ta'sir ko'rsatadi. Haroratning oshishi juda yaxshi, pasayishi esa salbiy rol o'ynaydi. 5 - 10°C haroratda romansement qotishdan butunlay to'xtaydi.

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

5-jadval.

Romansementning mexanik mustahkamligi.

| Sement markasi | Mustahkamlik chegarasi, MPa |            |
|----------------|-----------------------------|------------|
|                | Siqilishda                  | Cho'zishda |
| 25             | 1,0                         | 0,3        |
| 50             | 2,5                         | 0,5        |
| 100            | 5,0                         | 0,8        |

**Romansementning mayda tuyilishi.** Romansement iioji boricha mayda tuyilishi kerak, chunki qanchalik mayda bo'lsa, shunchalik mustahkam chiqadi. Standartda romansementning maydalik darajasi quyidagicha belgilangan: 021 raqamli elakda ko'pi bilan 5% va 009 raqamli elakda ko'pi bilan 25% (og'irlik hisobida) qoldiq qolishi kerak. Lekin bu dag'al tuyish hisoblanadi. Yanada maydaroq, masalan, 009 raqamli elakda 10 - 15% qoldiq qoladigan qilib tuyilsa, sement markasini 1,5 - 2 baravar oshirish mumkin bo'ladi. To'g'ri, bir qator hollarda sementni yanada maydalash iqtisodiy ihatdan maqsadga muvofiq bo'lmaydi, chunki maydalash uchun energiyaning sarfi juda oshib ketadi.

**Romansementning tishlashish muddatlari.** Romansement suv bilan qorilgandan kamida 15 daqiqa 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 yer 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 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 binoiari 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 chiqarishda portlandsement o'rnida ishlatiladi.

## **Mavzu: Portlandsement**

### **Reja:**

- 1. Tarkibi va sinflanishi.**
- 2. Klinkerning kimyoviy hamda mineralogik tarkibi.**
- 3. Klinker tavsifi**
- 4. Klinkerlarning sinflanishi va portlandsement turlari.**

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 xomashyo aralashmasini toia eritish yo'li bilan ham olish mumkin.

[26798.0~26798.2-85](#) Davlat standartlariga ko'ra portlandsement xossalarini o'zgartirib turish, shuningdek, Lining tannarxini kamaytirish maqsadida klinkerga faol (gidravlik) va inert mineral qo'shimchalar qo'shishga ruxsat etiladi. Inert qo'shimchalar (ohaktosh, dolomit, kvars qum va boshqalar) miqdori 10% dan, faol (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 nomlanadi. Ya'ni, qo'shilma sifatida donador domna toshqoli ishlatilsa, *toshqolportlandsement* deb, tabiiy gidravlik qo'shilmalar ishlatilsa, *pussolanportlandsement* deb ataladi.

Klinkerni tuyayotganda unga odatda ko'pi bilan 3% gips (suifat kislotaga angidridiga aylantirib 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 uning tarkibida oz miqdorda - 1 % gacha boshqa moddalar, masalan, sement sifatini buzmaydigan, ammo uning yaxshiroq maydala-nishiga 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 qurish uchun zarur bo'lgan beton va temir beton konstruksiyalar yasalamoqda.

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

### **2. Klinkerning kimyoviy hamda mineralogik tarkibi.**

Shuni nazarda tutish kerakki, hamma qo'shiimalar port-landsement xossalarini qisman o'zgartiradi. Uning asosiy sifat ko'rsatkichlari (mustahkamligi, chidamliligi, mustahkamlanish tezligi) asosan klinker sifatiga bog'liq.

Portlandsement klinkerining odatda qovushib pishgan holdagi o'lchamlari 10-20 mm dan 50-60 mm gacha mayda va yirik donalar (kesak yoki boiaklar) 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.

**Klinkerning kimyoviy tarkibi.** Klinkerning kimyoviy tarkibi katta chegarada o'zgarib turadi. Portlandsement klinker ishlab chiqarish uchun xomashyo materiallari sifatida gil va ohaktosh jinslar ishlatiladi. Gil jinslar turli moddalar (minerallar)dan tashkil topgan. Ularda asosan 3 ta oksid -  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  va  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  bor. Ohaktoshlar asosan kalsiy karbonatdan iborat. Kalsiy karbonat esa ikki oksid -  $\text{CaO}$  va  $\text{CO}_2$  dan iborat. Klinker kuydirilganda  $\text{CO}_2$  gazi ajraladi;  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  va  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  asosiy oksidlar 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 boiishi mumkin. Bular odatda magniy oksid ( $\text{MgO}$ ), ishqorlar ( $\text{Na}_2\text{O}$  va  $\text{K}_2\text{O}$ ), titan ikki oksid ( $\text{TiO}_2$ ), fosfor anhidrid ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) va sulfat kislota anhidridi ( $\text{SO}_3$ ) dir. Portlandsement tarkibidagi asosiy va qo'shimcha oksidlar miqdori quyidagicha bo'ladi:

$\text{CaO}$  - 63 - 67% ;  $\text{SiO}_2$  - 21 - 24%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 4 - 8%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 2 - 4%;  $\text{MgO}$  - 0,5 - 5%;  $\text{SO}_3$  - 0,3 - 1%;  $\text{Na}_2\text{O}$  va  $\text{K}_2\text{O}$  - 0,4 - 1%;  $\text{TiO}_2$  va  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  - 0,2 - 0,5%;  $\text{P}_2\text{O}_5$  - 0,1 - 0,3%.

Klinkerning kimyoviy tarkibi 5382 - 65 sonli Davlat standartida berilgan usul bilan aniqlanadi.

1500° C haroratda kuydirilgan erkin magniy oksid suv ta'sirida so'nish qobiliyatini yuqotmasa ham juda sust so'nadi. Uning so'nish jarayoni qotib qolgan sementtoshda ham davom etishi mumkin. Natijada qorishma va beton yoriladi. Bunday xavfli holning (sement hajmining notekis o'zgarishi) 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 tishiashish 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-muhit yetarlicha nam bo'lsa juda tez ketadi. Shu sababli gidrotexnik betonlar uchun sement va to'ldirgichlar tanlanayotganda sementda qancha ishqor borligi hisobga olinishi lozim, to'ldirgichlar va amorf qumtuproq (opal, kremniy, slanes va boshqalar)dan qancha borligi aniqlanadi. Bundan tashqari, portlandsementda ko'p miqdorda ishqoriy metall oksidlar boisa, beton yuzasida sho'r dog'lar hosil bo'lishi mumkin.

Standartga ko'ra, portlandsement tarkibida ishqor istalgan miqdorda boiishi mumkin, ammo gidrotexnik betonlar uchun 0,6% dan, yer usti konstruksiyalarini qurishda ishlatiladigan qorishma va betonlar uchun esa 1% dan ortiq ishqori boigan portlandsement ishlatish tavsiya etilmaydi. Sementda 4% gacha titan ikki oksid

boisa, u sement sifatiga yomon ta'sir qilmaydi. Ammo  $\text{TiO}_2$  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 haqida quyida gapiriladi).

**Klinkerning mineralogik tarkibi.** Yuqorida ko'rsatib o'tilgan to'rtta oksid ( $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  va  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) portlandsement klinkerida birikib, kalsiy silikat, kalsiy alyuminat va kalsiy alyumoferritlarini hosil qiladi. Sement klinkerining shlifi mikroskop orqali ko'rilganda u asosan kristallik tarkibli kalsiy silikatlardan iboratligi bilinadi. Kalsiy silikatlar oraiig'ida shishasimon amorf oraliq moddalar deb ataluvchi alyuminat va alyumoferritlar joylashadi. Portlandsement xossalari ana shu minerallar miqdoriga bog'liq.

Portlandsement klinkerning asosiy minerallari quyidagilar:

uch kalsiy silikat (alit) -  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  yoki  $\text{C}_3\text{S}$ ;

ikki kalsiy silikat (belit) -  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  yoki  $\text{C}_2\text{S}$ ;

uch kalsiy alyuminat -  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  yoki  $\text{C}_3\text{A}$ ;

to'rt kalsiy alyumoferrit (selit) -  $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  yoki  $\text{C}_4\text{AF}$ .

Normal tarkibli portlandsement klinkerida asosiy mineral-larning foiz miqdori quyidagicha bo'lishi mumkin:

$\text{C}_2\text{S}$  - 45 - 60%;  $\text{C}_3\text{S}$  - 15 - 37%;  $\text{C}_3\text{A}$  - 7 - 15%;  $\text{C}_4\text{AF}$  - 10 - 18%.

Ishlab chiqarish sharoitlarida  $\text{CaO}$  ni yuqorida ko'rsatib o'tilgan minerallar ko'rinishida batamom biriktirish qiyin. Shuning uchun klinker tarkibida erkin, birikmagan holda bir oz  $\text{CaO}$  qolishi mumkin. Klinkerda erkin  $\text{CaO}$  bo'lsa, u portlandsement xossalariga magniy oksidga qaraganda salbiy ta'sir ko'rsatadi, ya'ni u hajm jihatidan juda notekis o'zgaradi. Erkin  $\text{CaO}$  sementtoshni buzib yubormasligi uchun klinkerni tuyishdan oldin erkin  $\text{CaO}$  havodagi nam ta'siridan so'nib ulguradigan qilib, ma'lum vaqt omborlarda yetiltiriladi. Shunda klinker birmuncha yumshaydi va uni tuyish osonlashadi. Hozirgi vaqtda ishlab chiqarishni avtomatlashtirish munosabati bilan klinker yetiltirib o'tirilmaydi, ishlab chiqarish ancha mukammal tashkil etiladi. Portlandsementning asosiy texnik xossalari klinker tarkibida muhim minerallardan necha foiz borligiga bog'liq. Shuning uchun klinkerning mineralogik tarkibiga qarab, portlandsement quyidagi turlarga bo'linadi:

- alit portlandsement, undagi uch kalsiy silikat 60 % dan ortiq,  $\text{C}_3\text{S}:\text{C}_2\text{S}$  nisbat esa 4 dan katta;

- belit portlandsement tarkibida 37% dan ortiq ikki kalsiy silikat bor,  $\text{C}_3\text{S}:\text{C}_2\text{S}$  nisbat 1 dan kam;

- alyuminat portlandsement, tarkibida uch kalsiy alyuminat 15 % dan ortiq.  $\text{C}_3\text{A}$  miqdoriga qarab sementlar oz alyuminatli ( $\text{C}_3\text{A}$  dan 5% gacha), o'rtacha alyuminatli (5-9%  $\text{C}_3\text{A}$ ) va ko'p alyuminatli ( $\text{C}_3\text{A}$  9% dan ortiq) sementlarga bo'linadi;

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

Klinker tarkibida ba'zan bir yo'la ikki xil mineral miqdori ko'p bo'lishi mumkin. Bunday portlandsement qo'sh nom bilan ataladi: alit-alyuminat, alit-belit

yoki belit-selit.

Har bir klinker uchun mineralogik xossalar, beton ishla-tiladigan sharoitlarga qarab tegishli mineralogik tarkibli sement tanlanadi.

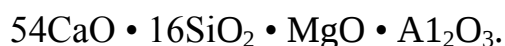
Alit - portlandsementning yuqori mustahkamligi, tez qotuvchanligi va boshqa qator xossalarini ta'minlovchi klinkerning muhim silikat mineralidir. Uning miqdori klinker tarkibida 45-80%. Hozirgi kunda uni uch kalsiy silikatning kam miqdordagi  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  va boshqalar bilan qattiq eritmasi deb hisoblanadi.  $\text{C}_3\text{S}$  tarkibida bu moddalarning miqdori kam bo'lishiga (2-4%) qaramay, ular  $\text{C}_3\text{S}$  ning tarkibiy tuzilishi va xossalariga ma'lum darajada ta'sir ko'rsatadi.

Shunday qilib, laboratoriya sharoitida toza kimyoviy komponentlardan tayyorlangan uch kalsiy silikat bilan sanoat miqyosida yoki laboratoriya sharoitida tabiiy xomashyolardan hosil bo'lgan sement klinkeridagi alit farqini albatta bilish kerak.  $\text{C}_3\text{S}$  uchta polimorf modifikatsiyalarda uchraydi. Toza  $\text{C}_3\text{S}$  odatda tiriklin formasida kristallanadi, qo'shimchalar esa uni monoklin, ba'zan tiriklin tarkibiy tuzilishga (sementlarda) o'tkazadi.

Alit kristallar odatda oltiyoqlik yoki to'g'riburchak shaklda bo'ladi. Uning zichligi  $3,15 \text{ g/sm}^3$ . Toza  $\text{C}_3\text{S}$   $1200-1250^\circ \text{C}$  dan  $1900-2070^\circ \text{C}$  gacha harorat oraiig'ida barqaror bo'ladi. Bu haroratdan pastda  $\text{C}_3\text{S}$  -  $\text{C}_2\text{S}$  va  $\text{CaO}$  ga parchalanadi.  $2070^\circ \text{C}$  dan yuqorida esa  $\text{C}_3\text{S}$  eriydi. Pastki issiqlik chegarasi amaliy ahamiyatga ega, chunki klinker sanoat pechida sovish zonasiga o'tib soviyotganda bir oz vaqt  $1200-1250^\circ \text{C}$  chegarada turib qoladi, bu esa  $\text{C}_3\text{S}$  ning parchalanishiga olib keladi va klinker sifatini yomonlashtiradi. Odatdagi haroratlarda o'ta sovish sababli klinker parchalanmaydi.

Portlandsementning mustahkamligiga va boshqa xossalariga 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, kristallaro'g'ri prizmatik yoki geksagonal shaklda bo'lishi ma'qul (Yu.M.Butt, V.V.Timashev).

Xomashyo tarkibidagi mavjud yoki maxsus xomashyo aralashmasiga kiritiladigan  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  kabi qo'shilmalar portlandsement mustahkamligiga ijobiy ta'sir etishi aniqlangan. Kuydiriladigan xomashyo 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 faolligini oshirishga imkon tug'diradi. Ammo bu qo'shilmalarning ta'sir qilish mexanizmi yaxshi aniqlanmagan. M.M.Sichev, Yu.M.Butt, V.T.Timashevlarning taxminicha, bunday moddalar sement klinkerini pishirishda alit kristallarining juda qulay struktura va oichamlarda hosil bo'lishiga imkon berib, boshqa kam mustahkamlik beradigan minerallarni hosil qilmaydi. Portlandsement klinkerida hosil bo'ladigan alit tarkibini quyidagi formula bilan ifodalash mumkin:



Belit-portlandsement klinkerining ikkinchi asosiy mineral-laridan biridir. U alitdan dastlabki kunlarda sekin qotishi bilan farqlanadi. Uning asosiy mustahkamligi bir yil atrofida to'planadi. Bu mustahkamlik alitning mustahkamligiga yaqin.

Ikki kalsiy silikat, alit singari kam miqdordagi qo'shimchalar (1-3%) bilan qattiq eritma hosil qilib belitga aylanadi. Bunday qo'shimchalarga  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Cr_2O_3$  va boshqalar kiradi. Ikki kalsiy silikatning to'rtta polimorf shakli borligi aniqlangan: bular  $B - C_2S$ ;  $a - C_2S$ ;  $a^1 - C_2S$ ;  $y - C_2S$ . N.A.Toropov fikricha, ikki kalsiy silikatning yana beshinchi polimorf formasi  $B^1 - C_2S$  ham bor.

Erish harorati  $2130 - 1425^\circ C$  chegarada  $a$  - modifikatsiya barqaror bo'ladi, bu haroratlardan pastda  $a^1$ -shaklga o'tadi. Sanoat klinkerlarida  $a$  - modifikatsiyani barqarorlashtirish qiyin bo'lgani uchun u kam uchraydi,  $a^1 - C_2S$   $1425 - 830^\circ C$  haroratda barqaror. Bundan past haroratda, sekin sovitish sharoitida toza  $a^1 - C_2S$  turi past haroratda barqaror bo'lgan  $y - C_2S$  shaklga o'tadi.  $a^1 - C_2S$  tez sovitilganda  $670^\circ C$  gacha hamma haroratda barqaror bo'lmagan va  $y - C_2S$  ga aylanishga moyil bo'lgan  $B - C_2S$  shaklga o'tadi. Ammo bu jarayonning ketishiga  $B - C_2S$  kristall turiga 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  $Cr_2O_3$  hamda boshqalar bajaradi. Shu bilan birga,  $B - C_2S$  ning barqarorligini oshiruvchi faktor bo'lib, uni oddiy (xona) haroratigacha sovitish uchun xizmat qiladi.

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

$B - C_2S$  shaklining  $y - C_2S$  ga aylanishida umumiy hajmi 10 % ga ortadi. Shuning uchun material donalarining yorilishi va kukunga aylanishi kuzatiladi,  $y - C_2S$   $100^\circ C$  gacha haroratda deyarli suv bilan reaksiyaga kirishmaydi. Shuning uchun u bog'lovchilik xususiyatlarini namoyon qilmaydi. Faqat nam issiq sharoitda ishlov berilganda (avtoklavlarda) u bog'lovchilik xususiyatlarini namoyon qiladi.  $B - C_2S$  ning zichligi 3,28 ga teng,  $y - C_2S$  niki esa  $2,97 \text{ g/sm}^3$  bo'ladi.

Bclitning gidravlik faolligi, alit kabi kristallarning tuzilishi, kristallarning o'Ichami, 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 selitlar yuqori mustahkamlikka ega. Kristallarning tez parchalanishi tufayli katta sathni hosil qiluvchi tizimlar sementlarning gidravlik faolligini oshiradi.

**Oraliq modda.** Yuqori harorat ta'sirida erigan holdagi alyumi-nat, alyumoferritlar va boshqa ikkinchi darajali minerallar oraliq modda tarkibiga kiradi.

To'yinish koeffitsiyenti (TK) yuqori bo'lmagan va odatdagi qumtuproq modulli klinkerlarda kalsiy alyuminatlarning  $C_{12}A_7$  ( $C_5A_3$ ) va  $C_3A$  shakli uchraydi. TK yuqori bo'lgan klinkerlarda esa alyumoferritlar bilan birga faqat  $C_3S$  hosil bo'ladi. Klinkerning alyumoferritli qismi o'zgaruvchan tarkibga ega bo'lib,  $C_2F$ ,  $C_{12}A_7$  ( $C_5A_3$ ) va erkin  $CaO$  dan iborat qattiq eritma holida bo'ladi.

Kalsiy alyumoferritlarning qattiq eritmasida quyidagi birikmalar aniqlangan:  $C_8A_3F$ ;  $C_6A_2F$ ;  $C_4AF$ ;  $C_8AF_2$  va  $C_2F$ .

Klinkerlarda ko'p uchraydigan  $C_4AF$  moddasi qattiq eritmalardagi qator birikmalarning oraliq moddasi hisoblanadi.

Klinkerlarda kam miqdorda kristallik va amorf birikmalar ham uchraydi, bular  $MgO$ , ishqorlar va boshqa moddalar bo'lib, ularning iloji boricha boimaganini ma'qul.

$CaO \cdot SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$  tizimida faza muvozanatlarini tekshirish davom etmoqda. Bu tizimida barcha turdagi sement tarkiblari joylashgan, unda yangi kimyoviy birikmalar yo'q, lekin ma'lum minerallarning harorat pasayishi jarayonidagi polimorfizmiga doir anchagina yangi ma'lumotlar aniqlandi. Uch kalsiyli silikat quyidagicha polimorf qatoriga ega:

600-620° C, 920° C- 980°C, 990° C -1050°C

$T_I \leftrightarrow T_{II} \leftrightarrow T_{III} \leftrightarrow M_I \leftrightarrow M_{II} \leftrightarrow R$ .

Klinker aliti esa  $M_I, M_{II} \rightarrow R$ , ya'ni ancha qisqa tuzilishga ega; ikki kalsiyli silikat:

1420°C - 1160°C, 630 - 860°C, 75 - 675°C

$a \rightarrow a_H^1 \rightarrow a_L^1 \rightarrow B \rightarrow y$ .

Klinker beliti esa:  $a \rightarrow a_{LN}^1 \rightarrow B$ .

Sof  $C_3A$  va  $C_4AF$  da polimorf modifikatsiyalar aniqlanmagan. Klinker minerallari qattiq eritmalarini tekshirish ishlari kengaydi va chuqurlashdi: barqaror qattiq eritmalarning ( $KC_{23}S_{12}$ ;  $C_7PS_2$ ;  $C_{54}S_{16}AM$ ;  $NC_8A_3$ ) tarkiblari tasdiqlandi va ko'p sonli elementlarning erish chegaralari (aksariyati 0,4—6%) aniqlashtirildi, Ushbu masalada  $C_3A-Na_2O$  kub  $C_3A$  (1,9 % ga qadar  $Na_2O$ )  $\rightarrow$  aralash kristallar  $C_3A$  (kub+ortorombik) (1,9-3,7 %  $Na_2O$ )  $\rightarrow$  ortorombik  $C_3A$  (3,7-4,6%  $Na_2O$   $\rightarrow$  monoklin  $C_3A$  (4,6-5,7%  $Na_2O$   $\rightarrow$   $NC_8A_3$  (9%  $Na_2O$ ) tizimida  $C_3A$  polimorfizmi belgilanganligi o'ziga xos ma'lumot bo'ldi.

*Qabul qilingan belgilar:*  $T_I, T_{II}, T_{III}$  -  $C_3S$  ning bir, ikki, uch tipli tiriklinli modifikatsiyasi;  $M_I, M_{II}$  -  $C_3S$  ning birinchi va ikkinchi tipli monoklin modifikatsiyasi;  $R$  -  $C_3S$  ning romboedrik modifikatsiyasi; ( $a_H^1$ - $C_3S$  ning yuqori haroratli  $a^1$  shakli;  $a_L^1$  -  $C_2S$  ning past haroratli  $a^1$  shakli).

So'nggi vaqtlarda xomashyo aralashmalarini klinkerga aylanishining umumiy kimyoviy jarayonida qat'iy ravishda past haroratli (eritmalar hosil bo'lishiga qadar) va yuqori haroratli (eritmalar hosil bo'lgandan so'ng) bosqichlarga ajratilmoqda, chunki mineral hosil bo'lish jarayonlari ushbu bosqichlarda turlicha o'tadi.

Past haroratli pishirish bosqichida (1300°C gacha) xom-ashyodagi barcha dastlabki tarkibiy qismlar parchalanadi, bunda kristallar buzilib, minerallar «amorf»lanadi. Ko'pchilik gil minerallar «amorf holati»ning harorati 300-800°C ga teng.

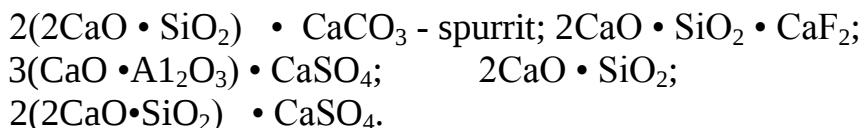
Portlandsement xomashyo aralashmalarining reaksiyaga kirishish qobiliyatining eng muhim parametri qumtuproqli tarkibiy qismning (kvarsning) dispersligidir. I.V.Kravchenko ma'lumotlariga ko'ra,  $SiO_2$  ning ustunlik qiluvchi ulushi  $d < 15$  mkm shixta fraksiyasida bo'lishi kerak. Shixtaning umumiy solishtirma sathi taxminan 3000 - 4000  $sm^2/g$  ga teng bo'lganda, gil va ohaktosh

zarralari solishtirma sathlarining optimal nisbati 1,4-1,6 bo'ladi.

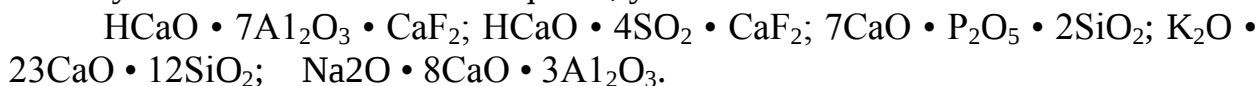
Reaksiyaga moyil  $\text{CaCO}_3$  da va uning donalarida CA, CS va boshqalardan iborat qobiqlar hosil bo'lishi mumkin, bu esa  $\text{CO}_2$  ning ajralib chiqishiga va tuzning parchalanishiga moyillik qiladi. Faqat qobiq qayta kristallangandan keyingina jarayonning kechishi yanada tezlashadi, ya'ni  $\text{CaCO}_3$  ning parchalanishi ikki bosqichda bo'lishi va u jarayonning kechishiga ijobiy ta'sir qilishi mumkin, chunki u CaO ning qayta kristallanishiga to'sqinlik qiladi, bu holda faolligi kam bo'lgan  $\text{CaCO}_3$  ning bir bosqichda dissotsiatsiyalanishi kuzatiladi. Kuydirilayotgan aralashmada dastlabki eritma 580-680°C haroratda 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.Vasilyeva, S.Xromi va boshqalarning fikricha).

Masalan, yirik dispersli shixtalarda belit ikki bosqichda hosil bo'ladi: birinchisi 1115-1125°C haroratda kuzatilib, bunda  $\text{SiO}_2$  donalarida  $\text{C}_2\text{S}$  dan iborat qobiq hosil bo'ladi; ikkinchisi 1150-1165°C haroratda ro'y beradi, bunda ana shu qobiqlar buzilib,  $\text{C}_2\text{S}$  ning yangi kristallari hosil bo'ladi. Belit kristallari to'plangan zonlarda oraliq eritmalarining ikki turi:  $\text{C}_2\text{S}$  dan iborat qobiq bilan  $\text{SiO}_2$  donalari o'rtasida (nordon eritma) hamda CaO va  $\text{C}_2\text{S}$  donalari tutashgan yerda (asosiy, ya'ni ishqoriy eritma) hosil bo'ladi.

Aralash malar ishtirokidagi past haroratda quyidagi oraliq birikmalar hosil bo'ladi:



Bir qancha xromato-xromitlar va kalsiy fosfatlar, shuningdek,  $\text{CaCO}_3$  ning ishqor sulfatlari bilan aloqasi tufayli ikkilamchi tuzlar hosil bo'ladi. Oraliq birikmalardan tashqari, past haroratlarda barqaror birikmalar ham hosil bo'ladi, ular keyinchalik klinker tarkibida qoladi, ya'ni:



Tarkibi murakkab boigan oraliq birikmalarning hosil bo'lishi  $\text{CaCO}_3$  va  $\text{SiO}_2$  ning o'zaro ta'sirlashish haroratini 38-80°C ga pasaytirib yuboradi.

Yuqori haroratli bosqichda (1300°C dan yuqori) nordon va asosiy ishqoriy eritmalar qo'shilib ketadi, biroq klinker donalarining qizib zich yopishgan ayrim qismlarida tarkibi bo'yicha farqlanadigan eritma tomchilari mavjud bo'lishi ehtimol (kinchik mikrolikvatsiya).  $\text{C}_2\text{S}$  va CaO dan iborat qobiqlar oralig'idagi eritmada  $\text{Ca}_2^+$  ionlarining asosan  $[\text{SiO}_4]$  ionlarga diffuziyanishi yo'li bilan  $\text{C}_3\text{S}$  kristallari hosil bo'la boshlaydi. Agar  $\text{C}_3\text{S}$  kristallar o'sgan zonaga  $\text{Ca}_2^+$  kira olmasa, bunda nordon eritma  $\text{C}_3\text{S}$  kristallarini  $\text{C}_2\text{S}$  va CaO ga qadar parchalab yemirishi mumkin (bu jarayon ba'zan aylanma pechlarning qovushib pishish zonasidagi klinkerida kuzatiladi). Klinker zonalarida 1450°C haroratda hosil bo'lgan eritma quyidagicha xossalarga ega: qovushoqligi 0,1-0,3 Pas, sirt tarangligi  $350-480 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$ . U holda kalsiy ionlarining diffuziya koeffitsiyenti  $D\text{Ca}^{2+} - (5,3 - 8,6) \cdot 10^{-5}$ , temirniki  $D\text{Fe}^{2+} - (5,7-14,2) \cdot 10^{-6}$ , alyuminiyniki  $D\text{Al}^{3+} - (2,3-7,1) \cdot 10^{-6}$  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, Cr, P, F aralashmalari sababchidir. CaO donalarining 1450°C haroratdagi eritmada erish tezligi  $(16 - 8) \cdot 10^{-6}$ ; C<sub>2</sub>S donalarining erish tezligi esa  $(2 - 3) \cdot 10^{-6}$  sm/s, ya'ni CaO ning erish tezligi C<sub>2</sub>S ning erish tezligidan 3 - 4 marta ko'p. Biroq bu jarayonda eritmani mikrolikvatsiyaga olib keluvchi ko'plab Na va K ishtirok etsa, C<sub>2</sub>S ning erish tezligi keskin ortadi, hatto C<sub>2</sub>S ning erish tezligidan bir necha marta o'zib ketishi mumkin.

Oz miqdorda fosfor, xrom va oltingugurt (0,1-0,3%) hamda bariy, ftor, xlor, marganesning ko'proq miqdori (1 % dan ortiqroq) 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 ishtirokida (qattiq eritmaida) kristallarning nuqsonlari ortadi.

Sovish jarayonida C<sub>3</sub>S, C<sub>3</sub>A, C<sub>2</sub>S parchalanishi mumkin, parchalanishning qanday kechishi bir qancha omillarga bog'liq: sovish tezligi, aralashmalarning turi va miqdori, gaz atmosferasining xususiyati va boshqalar. Eritma shisha sifatida qotayotganda hajman kichrayadi. Mg, F, Cr ishtirokida esa kristallanish jarayonining kechishi tufayli turli harorat oraliqlarida belgini o'zgartiruvchi deformatsiya kuzatiladi (1350 - 1100°C haroratda hajm kichrayadi, 1100 - 900°C haroratda hajm kengayadi). C<sub>3</sub>S, C<sub>3</sub>A va C<sub>4</sub>AF minerallarining 25 - 600°C haroratda chiziqli termik kengayish ko'effitsiyenti  $(10-13) \cdot 10^{-6}$ . C<sub>2</sub>S termik kengayishining chiziqli ko'effitsiyenti 19,5-106 darajaga teng, ya'ni C<sub>2</sub>S ning termik kengayish ko'effitsiyenti boshqa mineral kristallarnikiga nisbatan taxminan ikki marta katta bo'ladi, binobarin, bu ho'l klinker donalarida fizik kuchlanishlarga sabab bo'lishi mumkin.

Aylanma pechlarda gaz atmosferasining qaytarilish xarakteri tufayli klinkerni kuydirish jarayoni osonlashadi.

### ***3. Klinker tavsifi***

Sement klinkeri sifati quyidagilar bilan ifodalanishi mumkin:

1. Alohida oksidlarning miqdori (kimyoviy tarkibi).
2. Asosiy oksidlar miqdorining nisbatini ifodalovchi modullar qiymati.
3. Asosiy minerallarning miqdori. Klinkerga oksidlarning o'zaro nisbati va klinker minerallarining miqdori bilan tavsif beriladi.

Demak, portlandsement sifatini har qaysi klinker mineralining foiz miqdoriga qarab aniqlash mumkin. Klinkerning mineralogik tarkibini aniqlashning ikki usuli bor: bevosita petrografik yoki rentgenografik tahlil usuli yoxud bevosita hisoblab aniqlash usuli. Klinker mineralogik tarkibi zavodlarda ko'pincha hisoblab aniqlanadi (asosiy oksidlarning foiz nisbati orqali). Muhim oksidlarning foiz nisbati ikki xil modul (silikat va qumtuproq) hamda to'yinish ko'effitsiyenti bilan ifodalanadi. Bu modullar va ko'effitsiyent miqdori xomashyo aralashmasi uchun ham, klinker uchun ham amalda bir xil bo'ladi. Bu esa muhim amaliy ahamiyatga ega, chunki xomashyoning 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 foiz hisobidagi nisbatini ko'rsatadi:

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

Awallari klinker tarkibini ifodalash uchun faqat gidravlik (boshqacha asosli) moduldan foydalanilgan. Bu modul birikkan kalsiy oksid miqdorini kislotaga oksidlar miqdoriga nisbatini ifodalaydi.

$$EM = \frac{CaO\text{ umum} - CaO\text{ erkin}}{SiO_2\text{ umum} - SiO_2\text{ erkin} - Al_2O_3 - Fe_2O_3}.$$

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

Silikat modul ( $n$ ) boshqa oksidlar bilan reaksiyaga kirishgan kremniy oksid miqdorini va klinker tarkibidagi alyuminiy hamda temir oksidlar yig'indilarga nisbatini ko'rsatadi.

Xomashyo aralashmasi tarkibidagi kremniy ikki oksid ohak bilan hamma vaqt  $C_3S$  va  $C_2S$  holida birikavermaydi, shu 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:

$$n = \frac{\%SiO_2\text{ umum} - SiO_2\text{ erkin}}{\%Al_2O_3 - \%Fe_2O_3}.$$

$n$  sementdagi silikat minerallari eruvchan minerallar (klinkeming alyumoferrit, alyuminat qismlari) o'rtasidagi nisbatni aniqlaydi.

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

Giltuproq (alyuminat) modul  $p$  alyuminiy oksid miqdorining temir oksid miqdoriga nisbatini ifodalaydi:  $p$  klinkerdagi uch kalsiy alyuminatning temir oksid bor birikmalarga nisbatini ifodalaydi.

Giltuproq modul qiymati oddiy portlandsementlar uchun 1 - 3. Silikat modul katta qiymatga ega bo'lganda ham xomashyo 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 minerallashgan tuzlar ta'siriga chidamli bo'ladi.

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

Silikat modul katta boisa, klinkerda  $C_3A$  va  $C_4AF$  kam, ammo  $C_3S$  va  $C_2S$  ko'p, giltuproq modul katta bo'lsa, klinkerda  $C_3A$  juda ko'p, biroq  $C_4AF$  kam bo'ladi.

**To'yinish ko'effitsiyenti (TK).** Olimlardan V.A.Kind va V.N.Yunglar tomonidan aniqlangan to'yinish ko'effitsiyenti portlandsement klinker mineralogik

tarkibining eng muhim tavsifidir. Klinker minerallar orasida uch kalsiy silikat eng muhim mineral hisoblanadi, portlandsement xossalari ko'p jihatdan ana shu silikatning foiz miqdoriga bog'liq. Shu bilan birga, klinker tarkibidan uch kalsiy silikat olish texnologik jihatdan juda murakkab. Qolgan uch tur silikat osongina hosil bo'ladi.

Shu narsa ma'lumki, ohak keragidan ko'p boisa,  $C_2S$ ,  $C_3A$  va  $C_4AF$  ning hosil bo'lish jarayoni (shuningdek,  $CaO$  bilan  $SO_2$  o'zaro ta'sir etishi tufayli  $CaSO_4$  ning ham) uch kalsiy silikat faqat ancha yuqori ( $1300^{\circ}C$  dan ko'p) haroratda va kuydirilayotgan aralashmada suyuq faza boigandagina ikki kalsiy silikatning ohak bilan to'yinishi hisobiga hosil bo'ladi.

Shunday qilib, portlandsement klinker ishlab chiqarishda  $2CaOSiO_2$  ni  $3CaOSiO_2$  ga aylantirish va klinkerda kerakli miqdorda  $3CaOSiO_2$  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 bajarilayotgani to'yinish koeffitsiyentining (TK) qiymati orqali aniqlanadi.

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

Klinker minerallari tarkibiga kiruvchi oksidlarning molekulyar og'irliklariga qarab qumtuproq  $2CaOSiO_2$  gacha, gil-tuproq  $3CaOAl_2O_3$  gacha, temir oksid  $CaOFe_2O_3$  gacha va sulfat kislota angidridi  $CaSO_4$  gacha to'la to'yinishi uchun talab qilinadigan  $CaO$  miqdorini hisoblash mumkin ( $CaSO_4$  ikkita, ya'ni  $CaO$  va  $SO_3$  oksidlaridan iborat deb olinadi).

Uch kalsiy 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  $CaO$  ni yutadi.

Xuddi shunday yo'l bilan  $Al_2O_3$  ning bir og'irlik qismi ( $3CaO \cdot Al_2O_3$  hosil bo'layotganda) 1,65 og'irlik qism  $CaO$  ni  $\left(\frac{3CaO}{Al_2O_3} = \frac{168}{102} = 1,65\right)$ , bir og'irlik qism  $Fe_2O_3$  esa ( $CaO \cdot Fe_2O_3$  hosil bo'layotganda) 0,35 og'irlik qism  $CaO$  ni

$\left(\frac{CaO}{Fe_2O_3} = \frac{56}{160} = 0,35\right)$ , bir og'irlik qism  $SO_3$  ( $CaSO_4$  hosil bo'layotganda) 0,7

$CaO \left(\frac{CaO}{SO_3} = \frac{56}{80} = 0,7\right)$

og'irlik qismni yutishini 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 koeffitsiyenti formulasini quyidagicha yozish mumkin:

$$TK = \frac{(CaO \text{ umum} - CaO \text{ erkin}) - (1,65Al_2O_3 - 0,35Fe_2O_3 - 0,7SO_3)}{2,8(SiO \text{ umum} - SiO_2 \text{ erkin})}$$

Bu formula suratdagi  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  va  $\text{SO}_3$  lar  $\text{C}_3\text{A}$ ;  $\text{CF}$  va  $\text{CaSO}_4$  gacha to'yingandan keyin qolgan ohak miqdorini, maxraji esa qumtuproqning  $\text{C}_3\text{S}$  gacha to'yinishi uchun zarur bo'lgan ohak miqdorini ifodalaydi. Surat bilan maxraj teng bo'lsa, to'yinish ko'effitsiyenti 1 bo'ladi. Bunday klinker tarkibida ikki kalsiy silikat bo'lmaydi. Qumtuproqning  $\text{C}_3\text{S}$  gacha to'ya to'yinishini qiyinlashtiradigan bir qator texnologik omillar tufayli qiymati 1 ga teng bo'lgan to'yinish ko'effitsiyentiga erishish amalda juda qiyin. Shuning uchun to'yinish ko'effitsiyenti odatda 1 dan kichik bo'ladi. Oddiy portlandsement uchun  $\text{TK}=0,80-0,95$ . Demak, bunday portlandsement tarkibida  $\text{C}_3\text{S}$  dan tashqari ikki kalsiy silikat ham bor. To'yinish ko'effitsiyenti qanchalik kichik bo'lsa, klinkerda  $\text{C}_2\text{S}$  shuncha ko'p,  $\text{C}_3\text{S}$  esa kam bo'ladi.

Shunday qilib, to'yinish ko'effitsiyenti va ikki modul qiy-matlariga qarab portlandsement klinkerining sifati haqida fikr yuritish mumkin.

**Portlandsement klinkerining mineralogik tarkibini aniqlash.** Klinkerning mineralogik tarkibi kimyoviy tahlil ma'lumotlari va to'yinish ko'effitsiyenti qiymati bo'yicha hisoblab aniqlanadi.

Kalsiy silikatlar  $\text{C}_3\text{S}$  va  $\text{C}_2\text{S}$  miqdorini hisoblashda silikatlarining asoslilik darajasi (AD) degan tushunchadan foydalaniladi. AD deganda, bir molekula  $\text{SiO}_2$  ga to'g'ri keladigan  $\text{CaO}$  molekulalar soni tushuniladi. Masalan,  $\text{C}_2\text{S}$  ning asoslilik darajasi 2 ga,  $\text{C}_3\text{S}$  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 oraliq qiymatlari klinkerda  $\text{C}_3\text{S}$  dan tashqari  $\text{C}_2\text{S}$  ham borligini ko'rsatadi. Modomiki, to'yinish ko'effitsiyenti 1 ga teng bo'lganda hamma kremniy ikki oksid ohak bilan  $\text{C}_3\text{S}$  holida bog'langan. TK 1 dan kichik bo'lsa, klinkerda  $\text{C}_2\text{S}$  bor bo'ladi, har qaysi portlandsement klinkeri uchun silikatlar asoslilik darajasini quyidagicha belgilash mumkin:

$$\text{AD} = 3\text{TK}.$$

Klinkerdagi uch kalsiy silikatning foiz miqdori qum-tuproq foiz miqdoriga qarab aniqlanadi. Chunki yuqorida aytilganidek, uch kalsiy silikatda har 1%  $\text{SiO}_2$  ga 2,8%  $\text{CaO}$  to'g'ri keladi. Ular o'zaro ta'sirlashib, 3,8%  $\text{C}_3\text{S}$  ni hosil qiladi. U vaqtda klinkerdagi  $\text{C}_3\text{S}$  ning miqdorini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\% \text{C}_3\text{S} = 3,8 \cdot \text{SiO}_2(\text{AD}-2)$$

yoki

$$\% \text{C}_3\text{S} = 3,8\text{SiO}_2(3\text{TK}-2).$$

Formuladan ko'rinib turibdiki, ayinna  $(3\text{TK}-2)$  1 ga teng bo'lsa ( $\text{AD}=3$ ), klinkerning hamma qumtuproq'i  $\text{C}_3\text{S}$  holida birikkan bo'ladi.

$\text{C}_2\text{S}$  ning miqdorini aniqlash uchun formula quyidagi ko'rinishga keltiriladi:

Yoki

$$\% \text{C}_2\text{S} = 2,87 \cdot \text{SiO}_2(3-\text{AD})$$

$$\% \text{C}_2\text{S} = 2,87 \cdot \text{SiO}_2(3-3\text{TK}).$$

Chunki ikki kalsiy silikatda har 1 %  $\text{SiO}_2$  ga 1,87 %  $\text{CaO}$  to'g'ri keladi. Ular

o'zaro ta'sirlashib, 2,87 %C<sub>2</sub>S hosil qiladi.

ikkinchi formula AD-3 (TK-1) bo'lganda klinkerdagi C<sub>2</sub>S miqdori nolga tengligini ko'rsatadi.

Klinkerdagi giltuproq (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) C<sub>3</sub>A va C<sub>4</sub>AF holida bog'langan bo'ladi. C<sub>4</sub>AF holda birikkan giltuproqning foiz miqdori har 1% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ning 0,64% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ni biriktirishiga qarab aniqlanishi mumkin:

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

Klinkerdagi qolgan giltuproq C<sub>3</sub>A ni hosil qiladi. 1% ortib qolgan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> esa 1,65% CaO bilan o'zaro ta'sir etishib, 2,65% C<sub>3</sub>A ni beradi. Bu sharoitda uch kalsiy alyuminat miqdori quyidagi formuladan aniqlanadi:

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

Qavs ichidagi ayirma C<sub>4</sub>AF hosil bo'layotganda Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yutgan giltuproq miqdorini ifodalaydi.

To'rt kalsiy alyumoferrit ilgari qabul qilingan shartga ko'ra ikki modda, ya'ni C<sub>3</sub>A va CF dan iborat deb qaraladi. Har 1 % CaO 0,35% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bilan o'zaro ta'sir etishib, 1,35% CF hosil qilishi hisobga olinsa, C<sub>4</sub>AF ning miqdori quyidagi

formuladan aniqlanadi:  $\%C_4AF = 2,65 \cdot 0,64Fe_2O_3 - 1,35Fe_2O_3$ .

$2,65 \cdot 0,64 - Fe_2O_3$  ko'paytma C<sub>4</sub>AF ning tarkibida C<sub>3</sub>A holida birikkan giltuproq miqdorini ko'rsatadi.

1% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ning 3,04% C<sub>4</sub>AF hosil qilishi ham aniqlangan. U vaqtda C<sub>4</sub>AF foiz miqdori oddiyroq formula bo'yicha hisoblanishi mumkin:

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

Keltirilgan formulalardan foydalanib, klinkerning mineralogik tarkibini kimyoviy tahlil ma'lumotlari bo'yicha aniqlash mumkin. Formuladagi SiO<sub>2</sub> va CaO ning foiz miqdori ularning birikkan holdagi miqdoriga teng. Bu miqdor shu oksidlarning klinkerdagi umumiy miqdori bilan erkin holdagi miqdori ayirmasi tariqasida aniqlanadi.

#### **4. Klinkerlarning sinflanishi va portlandsement turlari.**

S.D.Okorokov klinkerlardagi asosiy minerallar yig'indisini C<sub>3</sub>S+C<sub>2</sub>S=75%; C<sub>3</sub>A+C<sub>4</sub>AF=25% deb qabul qilib, klinkerlarning quyidagicha sinflanishini taklif qildi (6-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 ular asosida turli qo'shilmalar bilan sement tayyorlansa, turli qurilish xossalariga ega bo'lgan gidravlik bog'lovchi moddalarni tayyorlash mumkin.

Klinkerning mineralogik tarkibiga qarab nomlanishi.

| Klinker                                   | Taxminiy miqdor, % |                     |                |                   |
|-------------------------------------------|--------------------|---------------------|----------------|-------------------|
|                                           | $C_3S$             | $C_2S$              | $C_3A$         | $C_4AF$           |
| Alitli                                    | 60<br>ko'pi bilan  | 15<br>kamida        | —              | —                 |
| Normal (alit<br>miqdoriga ko'ra)          | 60 - 37,5          | 15 - 37,5           | —              | —                 |
| Bclitli                                   | 37,5 kamida        | 37,5 ko'pi<br>bilan |                |                   |
| Aluminatli                                | —                  | —                   | 15 ko'pi bilan | 10 kamida         |
| Normal<br>(aluminatli<br>miqdoriga ko'ra) | —                  | —                   | 15 - 7         | 10 - 18           |
| Selitli                                   | —                  | —                   | 7 kamida       | 18 ko'pi<br>bilan |

Hozirgi kunda portlandsementning quyidagi asosiy turlari ishlab chiqarilmoqda:

1. Tarkibida 30-70% donador domna toshqoli bo'lgan portlandsement.
2. Tarkibida 20-45% pussolan qo'shilmasi bo'lgan pussolan 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.

## **Mavzu: PORLANDSEMENT TEXNOLOGIYASI**

### **Reja:**

- 1. Xomashyo materiallari va yoqilg'i.**
- 2. Portlandsement ishlab chiqarish usullari.**
- 3. Ohaktosh va gilni qazib olish, tashish hamda xomashyo aralashmasini tayyorlash.**

Portlandsement klinkeri ishlab chiqarishda xomashyo 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 toshqollaridan, nefelin chiqindilaridan foydalanilmoqda. Shuningdek, gips yoki angidritni gil bilan aralashtirib, portlandsement, sulfosement va  $\text{SO}_2$  gazi olishning kompleks texnologiyasi ishlab chiqilgan. Bu texnologiya sulfat kislota kam ishlab chiqariladigan mamlakatlarda yo'lga qo'yilgan.

Nefelin shلامي chiqindi sifatida alyuminiy oksid ishlab chiqaruvchi sanoatda hosil bo'ladi. Uning tarkibida 25-30%  $\text{SiO}_2$ ; 2-5%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 3-5%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; 50-58%  $\text{CaO}$  va 3-8% boshqa oksidlar, chunonchi, 1,5-3% ishqorlar bor. Tarkibida shuncha  $\text{CaO}$  bo'lgan materialga 15-20% ohaktosh qo'shib, portlandsement ishlab chiqarish uchun xomashyo aralashmasini tayyorlash mumkin.

Nefelin shلامي ishlatish pechlar unumdorligini 20-30% ga oshiradi va yoqilg'i sarfini 25% ga kamaytiradi.

40-50% gacha tarkibida kalsiy oksidi bo'lgan domna toshqollari ham portlandsement ishlab chiqarish uchun qimmatli xomashyo 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 jihatidan juda xilma-xil bo'lishi bilan farq qiladi. Ko'pincha gil tarkibida ko'p miqdorda tog' jinslari, ularning siniq parchalari 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 raqamli elakda 8-10% qoldiq qolguncha maydalab tuyilishi kerak.

Serkul yoqilg'i juda mayda 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 chala mahsulotini

tayyorlash).

2.Klinkerni qo'shilmalar bilan birga tuyish (portlandsement olish).

Birinchi jarayon juda murakkab bo'lib, uning bajarilishi katta xarajatlar bilan bog'liq. Shuning uchun hamma vaqt portlandsement asosini tashkil etuvchi klinkerni 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 jarayonlar bajariladi:

- 1.Ohaktosh va gil qazib olinadi.
- 2.Xomashyo materiallari tayyorlanadi va maydalanadi.
- 3.Yoqilg'i tayyorlanadi.
- 4.Xomashyo materiallari kuydiriladi.

Klinkerni tuyish va portlandsement ishlab chiqarishda esa asosan quyidagi texnologik jarayonlar mavjud:

- 1.Qo'shilmalar tayyorlanadi.
- 2.Klinker qo'shilmalar bilan birga tuyiladi.
- 3.Portlandsement omborga joylanadi.

Talab qilingan kimyoviy tarkibli bir jinsli xomashyo aralashmasini hosil qilish uchun uning tarkibiga kiradigan materiallarni tayyorlash kerak. Bunday aralashmani tayyorlash uchun uning tarkibiga kiradigan materiallar (ohaktosh, gil va to'g'rilovchi qo'shilmalar) ning hammasi mayda qilib tuyiladi va yaxshilab aralashtiriladi. Aralashma tarkibiga kiradigan materiallar maydalab tuyilsa, xomashyo aralashmasi tarkibidagi oksidlar kuydirilayotganda o'zaro yaxshi ta'sirlashadi. Xomashyo iloji boricha maydalab tuyilsa, u kuydirilayotganda klinkerda ta'sir etishmay qolgan moddalar deyarli bo'lmaydi. Bu vaqtda hamma oksidlar minerallar holida bog'langan bo'ladi.

Mayda. qilib tuyilgan materiallar quruqligicha yoki suvda yaxshilab aralashtirilishi mumkin. Xomashyo materiallari suv bilan tayyorlansa, portlandsement ishlab chiqarish «ho'l» usul deb, quruqligicha tayyorlansa, «quruq» usul deb ataladi. Qaysi usulni tanlash texnologik va texnik-iqtisodiy xarakterdagi bir qator omillarga bog'liq (chizmaga qarang).

Garchi texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar jihatidan quruq usul afzalroq bo'lsa ham, hozirgi vaqtda qator mamlakatlarda, shuningdek, Rossiyada va AQSHda ho'l usul, quruq usul esa Yaponiya, Germaniya va Italiyada keng tarqalgan. Hozirgi kunda mamlakatimizda ham «quruq» usulni ko'proq qo'Uashga moyillik salmoqli o'rin olmoqda.

### ***3. Ohaktosh va gilni qazib olish, tashish hamda xomashyo aralashmasini tayyorlash.***

Ohaktosh bilan gil, odatda, sement zavodi yaqinidagi konlardan qazib olinadi. Ohaktosh portlatish yordamida qazib olinadi va vagonetaklar, platformalar yoki yukni o'zi ag'daradigan mashinalar samosvallarda 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 gidro-transportdan foydalaniladi.

Yuqorida ko'rsatib o'tilgan transportlardan tashqari, mahalliy sharoitlarga qarab, lentali transportyorlar (kon 1 km gacha, ba'zan esa 5-8 km gacha uzoqda bo'lsa) yoki zavod bilan kon orasi past-baland bo'lsa, osma sim-arqon yo'llardan foydalansa ham bo'ladi.

Qazib olinadigan xomashyo narxi turli korxonalarda bir-biridan farq qiladi. Tashish xarajatlari esa xomashyo umumiy sarfning 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 me'yoriy ish tartibini ta'minlaydi.

## **Mavzu: Portlandsementning qotishi, xossalari va ishlatilishi.**

### **Reja:**

**1. Sementning suv bilan birikishi va hosil bo'lgan mahsulotlarning kimyoviy tarkibi.**

**2. Avtoklav materiallar texnologiyasida kechadigan fizik-kimyoviy jarayonlar**

Portlandsement klinker, gips, faol mineral (gidravlik), shuning-dek, boshqa qo'shilmalar aralashmasidan iborat bo'ladi. Bu moddalar portlandsementning qotish jarayonida va sementtosh tarkibiy tuzilmasining o'zgarishida ma'lum darajada ishtirok 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 hech 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 xamir, qorishma va beton hosil bo'ladi.

Yangi hosil bo'lgan kimyoviy birikmalarning tarkibi sementlarning kimyoviy va mineralogik tarkibiga, shuningdek, reaksiya ketayotgan muhitda haroratning 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 $C_3A$ (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 har bir komponenti suv bilan reaksiyaga kirishishini ko'rib chiqib, so'ngra murakkab jarayon haqida to'la tushunchaga ega bo'lishi mumkin.

Alit-klinkerda  $Al_2O_3$  va  $MgO$  qo'shimchasi bilan birga uchraydigan  $C_3S$  ning qattiq eritmasi suv bilan reaksiyaga kirishganda atrof-muhitning haroratiga va kalsiy gidroksidning konsentratsiyasiga bog'liq holda turli gidrosilikatlar hosil qiladi.

Odatdagi harorat va  $Ca(OH)_2$  ning eritmadagi konsentratsiyasida  $CaO$  hisoblansa, uning miqdori 0,05-1,1 g/1 gacha bo'lganda, ma'lumotlarga ko'ra,  $C_3S$  ning gidratatsiyasi tufayli kam darajada kristallangan o'zgaruvchan tarkibli  $CaO_{0,8-1,5} \cdot SiO_2 \cdot H_2O_{2,5-1}$  gidrosilikatlar hosil bo'ladi. Eritmada  $Ca(OH)_2$  ning konsentratsiyasi qancha kam bo'lsa, hosil bo'lgan gidrosilikatlarning asosligi shuncha past bo'ladi. Bunday gidrosilikatlar Bogg - CSH(B) ko'rinishidagi umumiy formula bilan yoki Teylor - CSH(I) 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 haroratda) darajaga yetganda (masalan,  $10^\circ \text{C}$  da  $\text{CaO}$  ning miqdori  $1,25\text{g/l}$ )  $\text{C}_3\text{S}$  metastabil tarkibli gidrosilikat  $\text{CaO}_{1,5-2} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  ga aylanadi.

Bogganing fikricha, u  $\text{C}_2\text{SH}_2$  formulasi bilan, Teylorning fikricha,  $\text{C}_2\text{SH}(\text{II})$  bilan belgilanadi. Biroq qotuvchi sement xamiri aralashmasining harorati  $30\text{--}50^\circ\text{C}$  ga yetganda, shuningdek,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ning eruvchanligini kamaytiruvchi eritmada ishqorlarning 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  $\text{CSH}(\text{B})$  guruhiga taalluqlidir. Shuning uchun yaxshi kristallangan tobermorit  $\text{C}_5\text{S}_6\text{H}_5$  ham shu guruhga 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 holda  $\text{C}_3\text{S}$  ning suv bilan reaksiyasi quyidagicha yoziladi:



Ko'rinib turibdiki, bu reaksiyada uch kalsiyli silikat gidrolitik parchalanish natijasida ko'p miqdorda erkin kalsiyli gidrat oksid hosil bo'ladi. Bu gidrat sementoshning tarkibiy tuzilishini o'zgartirish bilan birga, uning suvda yemirilishini tezlashtiradi. Bu holning oldini olish usuli quyida bayon etilgan.

$\text{CSH}(\text{B})$  guruhidagi kalsiy gidrosilikatlar qatlami kristallik tarkibiy tuzilishga ega bo'lib, turli miqdorda  $\text{H}_2\text{O}$  molekulalarini (2; 5; 1; 0,5) qator orasida ushlab turadi. Bu suv esa kristali tekisliklari orasidagi bo'shliqdan bugianib 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 harorat ko'tarilganida ham barqaror turadi. Harorat  $100^\circ\text{C}$  atrofida bo'lganida gidrat suvning miqdori bir molekulagacha kamayadi, harorat  $250^\circ\text{C}$  gacha ortsa, suv molekulasini 0,5 qoladi.  $450 - 500^\circ\text{C}$  haroratda gidratning tarkibiy tuzilishi o'zgarib, gidrosilikatlarning toia suvsizlanishi boshlanadi.  $700 - 800^\circ\text{C}$  da to'r o'zgarib anchagina kirishadi va natijada  $B$  - vollastonit hosil bo'ladi.

$\text{CSH}(\text{B})$  va  $\text{C}_2\text{SH}_2$  guruhidagi gidrosilikatlar qalinligi 20-30 Å ikki-uch molekula qatlam atrofida, kengligi 400 - 500 Å, o'rtacha uzunligi 1 mkm ga yaqin juda yupqa barg kabi hosil bo'ladi. Yangi mahsulot zarrachalarining solishtirma sathi: ikki qatlamning qalinligi  $376 \text{ m}^2/\text{g}$ , uch qatlamning qalinligi  $252 \text{ m}^2/\text{g}$ .

Ko'p ma'lumotlarga ko'ra, yangi mahsulotlarning, ayniqsa, yuqori asoslilarining tarkibi  $\text{C/S}$  nisbat (ko'pi bilan 1,3) bilan ifodalansa, ichi bo'sh tola kabi o'ram - 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.

$\text{CSH}(\text{B})$  va  $\text{C}_2\text{SH}_2$  gidrosilikatlarni muntazam ravishda suv bilan ishlansa,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  erib yuvilishi hisobiga ular to'la parchalanadi. Yuvilmay qolgan qattiq qism asosan g'ovak holatdagi suvli qumtuproqdan iborat bo'ladi.

$\text{C}_3\text{S}$  ning  $50\text{--}100^\circ\text{C}$  haroratdagi gidratlanishi yuqorida aytib o'tilgan  $\text{CSH}(\text{B})$  va qisman  $\text{C}_2\text{SH}_2$  tipdagi kalsiy gidrosilikatlarni hosil qiladi. Shu

gidrosilikatlarning  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  konsentratsiyalari ma'lum miqdorga yetganda belit ham hosil qiladi. Bu holda gelsimon  $\text{CSH}(\text{B})$  va  $\text{C}_2\text{SH}_2$  bilan birga  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ham hosil bo'ladi, ammo uning miqdori  $\text{C}_3\text{S}$  gidratatsiyalangandagiga nisbatan kam bo'ladi. Bu reaksiya mahsuli tarkib jihatdan  $\text{C}_3\text{S}$  gidrolizi natijasida hosil bo'ladigan gidrosilikatlarga o'xshash.

Zamonaviy ma'lumotlarga ko'ra,  $\text{C}_2\text{S}$  ning  $175\text{-}200^\circ\text{C}$  haroratdagi gidratatsiyasi  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ;  $\text{C}_2\text{SH}_2$ ;  $\text{C}_2\text{SH}(\text{A})$ ;  $[(1,8\text{-}2,4) \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 (1 - 1,25) \cdot \text{H}_2\text{O}]$  lardan iborat turli mahsulotlarni va uch kalsiyli gidrosilikat  $\text{C}_3\text{SH}_{15}$ ni hosil qiladi. Ko'rsatib o'tilgan gidrosilikatlaming qaysisi ko'p hosil bo'lishi haroratga, issiq-nam sharoitda ishlov berishning vaqtiga va boshqa faktorlarga bog'liq.

*B* - ikki kalsiy silikat  $160^\circ\text{C}$  haroratgacha qizdirilsa, gidratatsiya jarayonida  $\text{C}_2\text{SH}_2$  ni hosil qiladi. Bu birikma yana yuqoriroq issiqliklarda  $\text{C}_2\text{SH}(\text{A})$  ga, Teylor nazariyasi bo'yicha esa  $\text{C}_2\text{S}$  *a* - gidratiga o'tadi.

$\text{C}_3\text{S}$  va  $\text{C}_2\text{S}$  ning kvars qumi bilan 10:30 va 50:50 nisbatdagi aralashmasi  $175\text{-}200^\circ\text{C}$  haroratda 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  $150\text{-}200^\circ\text{C}$  haroratda 10-20 monomolekulalar qalinligidagi plastinkadan iborat bo'ladi. Bu esa yangi mahsulotlarning oddiy haroratda hosil bo'lgandagisiga nisbatan solishtirma sathini juda ham kamaytirib yuboradi. Kristallanish darajasi ancha ortadi.

Uch kalsiy alyuminat  $\text{C}_3\text{A}$  odatdagi sharoitda maydalanganda oldin metastabil geksagonal plastinkasimon birikma -  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (10\text{-}12) \text{H}_2\text{O}$  hosil bo'ladi. Ammo bu modda ikki kalsiy va to'rt kalsiy gidroalyuminatlarning ekvimolyar nisbatdagi aralashmasidan iborat, deb taxmin qilinadi. Bu faza nisbatan past haroratlarda va namlik kamroq bo'lgan muhitda bir qism gidrat suvini yo'qotadi ( $10\text{-}8 \text{H}_2\text{O}$  gacha),  $105^\circ\text{C}$  haroratda gidrat suvning miqdori ( $6\text{-}8 \text{H}_2\text{O}$  gacha) kamayadi. Suv eritmasidan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ning konsentratsiyasi ko'pi bilan  $\text{CaO}$  hisobida 1,08 g/l bo'lsa, yuqorida ko'rsatilgan faza asta-sekin  $4\text{CaOAl}_2\text{O}_3 \cdot 13\text{H}_2\text{O}$  ga aylana boshlaydi.

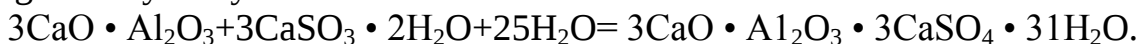
To'rt kalsiy gidroalyuminat  $19\text{H}_2\text{O}$  holida ham hosil bo'lishi mumkin. Biroq nisbiy namligi 80% atrofida bo'lgan muhitda gidrat suvining miqdori  $13\text{H}_2\text{O}$  gacha kamayadi, bu esa gidratning kirishuviga sababchi bo'ladi.

$25^\circ\text{C}$  haroratdan yuqorida geksagonal plastinkasimon faza  $\text{C}_3\text{AH}_{12}$ ,  $105^\circ\text{C}$  da barqaror kubiksimon  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ga o'tish qobiliyatiga ega bo'ladi.  $275^\circ\text{C}$  va undan yuqori haroratda bu birikma  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$  ga aylanadi.

Eritmada  $\text{CaO}$  ning konsentratsiyasi kamida 0,25-0,35 g/l va harorat  $20^\circ\text{C}$  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.  $\text{C}_3\text{A}$  avtoklavlarda issiq suv bilan ishlanganda  $215^\circ\text{C}$  gacha barqaror  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ga o'tadi.

$\text{C}_3\text{A}$  ning mayin qilib tuyilgan kvars qum bilan aralashmasiga (masalan, og'irligi bo'yicha 1:1 nisbatda) avtoklavda ( $175\text{-}200^\circ\text{C}$ ) ishlov berilsa, umumiy formulasi  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{SiO}_2 \cdot (6\text{-}2x) \text{H}_2\text{O}$  ko'rinishidagi gidrogranat va tobermorit [ $\text{CSH}(\text{B})$ ] hosil bo'ladi. Odatda  $x=0,3 - 0,5$ . Toza  $\text{C}_3\text{A}$  shunday avtoklav ishlovidan so'ng mustahkamlikka deyarli ega bo'lmaydi, uning qum bilan aralashmasi esa katta mustahkamlik kasb etadi.

C<sub>3</sub>A suv va gipsning turli modifikatsiyalari ishtirokida odatdagi haroratda gidratlanib gidrosulfoalyuminat deb ataluvchi kompleks birikma  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4(30-32)\text{H}_2\text{O}$  hosil qiladi. Bu birikma gidrosulfoalyuminatning yuqori sulfatli shakli deb ham 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 shakli 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:

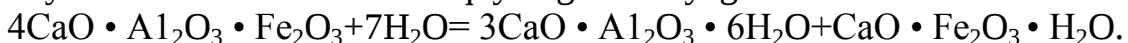


Suvli eritmalarida kalsiy oksidning miqdori 0,027 g/l dan kam bo'lsa, uch sulfatli shakldagi gidrosulfoalyuminat barqaror boimaydi.

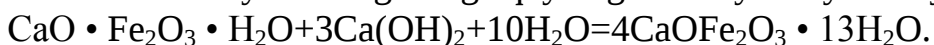
70-110°C haroratda uch sulfatli shakldagi gidrosulfoalyuminat awalgi suvning miqdori 8-10 H<sub>2</sub>O bo'lguncha degidratlanadi, so'ngra bir sulfatli shakli va gips hosil bo'lguncha parchalanadi. Gidrosulfoalyuminatlarning ikkala shakli ham avtoklav ishlovida (175-200°C) C<sub>3</sub>AH<sub>6</sub>, yarim molekula suvli gips va anhidrid hosil qilib parchalanib ketadi. Uch sulfatli shakl magniy sulfat va ishqoriy karbonatlar ta'sirida parchalanadi, ammo natriy va kalsiy xlor tuzlarining eritmasida barqaror turadi. Uch sulfatli shaklning zichligi 1730 kg/m<sup>3</sup> (25°C haroratda), bir sulfatli formaning zichligi esa 1950 kg/m<sup>3</sup> (20°C haroratda). Birinchisi ko'pincha ninasimon ko'rinishdagi kristallar, ikkinchisi geksagonal plastinkalar holida hosil bo'ladi.

Tarkibi va tarkibiy tuzilishuiga ko'ra, gidrosulfoalyuminatlarga o'xshash boshqa sulfo-, karbo-, xloralyuminat deb ataluvchi kompleks birikmalar ham bor, ular quyidagilar:  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ;  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_3 \cdot 31\text{H}_2\text{O}$  - gidrosulfoalyuminat,  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ;  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaCO}_3 \cdot 31\text{H}_2\text{O}$  - gidrokarboalyuminat,  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  – gidroxlor - alyuminat kalsiy va boshqalar.

Alyumoferrit fazasi suv bilan quyidagi reaksiyaga kirishadi:



Ammo ko'p miqdordagi suv tarkibida  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ning bo'lishi bir kalsiy gidroferritni to'it kalsiy ferritli gidratga quyidagi reaksiya bo'yicha aylantiradi:



Selit va ferritli sementlar tarkibida ikki kalsiy ferrit bor. U gidratatsiyalanganda ikki kalsiy gidroferrit  $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ni beradi. Bu birikma  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  eritmalarida  $3\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ga, ayrim ma'lumotlarga binoan esa  $4\text{CaOFe}_2\text{O}_3 \cdot 13\text{H}_2\text{O}$  ga o'tadi.

Shuni ham ta'kidlab o'tish kerakki, C<sub>4</sub>AF suv bilan reaksiyaga kirishganda xossalari va tarkibi jihatidan gidratatsiyalanayotganda hosil bo'ladigan C<sub>3</sub>A ga o'xshash olti molekula suvli kalsiy gidro-alyuminat hosil bo'ladi.

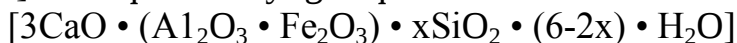
Kalsiy gidroferrit asosining bir kalsiy ferritdan uch va to'it ferritgacha ortishi, ya'ni CaO ning ko'payishi kalsiy gidro-alyuminatlarga ham xosdir. Mineral asosi ortganda esa uning suv-nam sharoitlardagi barqarorligi ancha pasayishi mumkin. Shuning uchun muayyan sharoitlarda ishlatiladigan beton

konstruksiyalarga mo'ljallangan sementlar tanlanganda minerallar tarkibining ana shunday o'zgarishini hisobga olish zarur.

Klinker minerallarining suv bilan o'zaro ta'sir etishish jara-yoni 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 ham sekin,  $C_2S$  juda sust ta'sir etishadi.

Uch va to'it kalsiy 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°C haoratda gidrogranatlarni



va shuningdek, CSH(B) tipdagi gidrosilikatlarni hosil qiladi.  $C_2F$  ham avtoklavda issiq nam ishlovga uchratilsa, huddi shunday jarayon namoyon bo'ladi.

Sement shisha fazasi suv bilan biriksa,  $C_3AH_6$  va  $CFH_6$  ning qattiq eritmaları hamda avtoklav sharoitida gidrogranatlar hosil bo'ladi. Sementlar tarkibidagi erkin  $CaO$  va  $MgO$  suv bilan reaksiyaga sust kirishib gidratlanadi, ular 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  $KOH$  hosil bo'ladi.  $CaSO_4$  ishtirokida ishqorlar bilan reaksiyaga kirishib  $Na_2SO_4$  va  $K_2SO_4$  ni hosil qiladi. Natriy va kaliy ishqorlari suvda  $Ca(OH)_2$  ning konsentratsiyasini pasaytirib, bilvosita vujudga keladigan kalsiy gidrosilikatlarning tarkibiga ta'sir ko'rsatadi. Odatda, sement xamirining suvli eritmasida ishqorlarning umumiy miqdori 1% dan ortmaydi.

Sementning tishlashish muddatlarini uzaytirish maqsadida klinkerni tuyayotganda portlandsementga ikki molekula suvli gips qo'shiladi. Tuyish paytida tegirmonda materialning harorati ancha ko'tariladi, natijada ikki molekula suvli gips yarim molekula suvli gips va eruvchan anhidridga aylanadi. Bular suv ishtirokida tezlik bilan ikki molekula suvli gipsga aylanadi. Sement tarkibidagi gips bilan birga suvda qorilganda klinker tarkibidagi alyuminat va alyumoferritlar bilan murakkab reaksiyalarga kirishib, yuqorida aytib o'tilgan kompleks birikmalarni hosil qiladi.

Portlandsementning suv bilan reaksiyaga kirishuvi sement tarkibiga kiruvchi ayrim minerallarning va fazalarning gidratatsiyasi hamda gidrolizidan boshlanadi. Birinchi navbatda suv bilan  $C_3A$  reaksiyaga kirishib, umumiy tarkibli gidroalyuminatlar aralashmasini ( $C_3AH_{10-12}$ ) so'ngra  $C_4AF$  ning gidratini hosil qiladi.  $C_3S$  birmuncha sust gidratlanadi va gidrolizlanadi. U suvni  $Ca(OH)_2$  ga to'yintirib boradi. Belit esa suv bilan o'ta sust reaksiyaga kirishadi. Ayni bir vaqtda murakkab ikkilamchi reaksiyalar ham ketadi. Ulardan ayrimlari uch sulfat shakldagi gidrosulfoalyuminat va gidrosulfo-ferritlarni hosil qiladi. Bu birikmalarning qattiq eritma holda hosil boiishi suyuq muhitda  $Ca(OH)_2$  va  $CaSO_4$  ning konsentratsiyasi yuqoriligini ko'rsatadi. Umumiy tarkibli gidrosulfoalyuminatlar  $C_3(AF) \cdot 3CaSO_4(30-32) \cdot H_2O$  yomon eruvchanligi tufayli

o'ta mayda dispers zarrachali qattiq faza hosil qiladi. Bu zarrachalarni ba'zan mikroskop orqali ham ko'rib bo'lmaydi. Keyinchalik tizimda kalsiy sulfatning miqdori kamayib borishi tufayli, uch sulfatli faza asta-sekin bir sulfatli fazani, ayni shu vaqtning o'zida tarkibi  $C_3(AF) \cdot CaSO_4 \cdot 12H_2O$  va  $C_4(AF) \cdot 13H_2O$  dan tashkil topgan murakkab qattiq eritmali birikmalarni hosil qiladi. Havodagi  $CO_2$  ning ishtirokida qisman  $C_3A \cdot CaCO_3 \cdot 12H_2O$  ham hosil bo'lishi mumkin.

Portlandsement dastlab suv bilan birikkanda sersuv gidratli birikmalar  $2CaOSiO_2 \cdot 4H_2O$ ;  $3CaOAl_2O_3 \cdot 12H_2O$ ;  $3CaOAl_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 31H_2O$  va boshqalar hosil bo'ladi. Vaqt o'tishi bilan asta-sekin qotish jarayonida ko'rsatilgan birikmalar parchalanib, portlandsement kam suvli gidratlarga, jumladan,  $C_3S_2H_3$ ;  $C_3AH_6$ ;  $C_3A - CaSO_4 - 12H_2O$  ga o'tadi. Shunday qilib, qattiq moddalar suvning ajralib chiqishi va qaytadan uning yangi birikmalar o'rtasida taqsimlanishi issiqlikning yutilishi va fazalar mutlaq hajmlarining o'zgarishi sodir bo'ladi.

Sementlarning yuqori haroratda qotishi ham kam suvli gidratlarning hosil bo'lishiga olib keladi. Bu esa sementtosh tarkibiy tuzilmasining g'ovakliligini oshiradi. Portlandsement suv bilan odatdagi va yuqori haroratlarda ( $100^\circ C$  gacha) reaksiyaga kirishganda yangi mahsulotlar (ayniqsa, kalsiy gidro-silikatlar) juda ham mayda dispers kristall zarrachalar ko'rinishida hosil bo'ladi. Ulargelsimon fazalarga kiradi. Ularni rentgengrafik usulda tarkibiy tuzilmasini tahlil qilib, elektron mikroskop yordamida 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 haroratda ishlash natijasida yangi hosil bo'lgan mahsulotlar zarrachalarining o'lchami keskin ortadi. Bunday zarrachalarni optik mikroskopda ko'rsa bo'ladi.

Aniqlanishicha, sementlar gidratatsiyasining submikrokristall mahsulotlari bir-biri bilan qattiq eritmalar va aralash kristallar hosil qilishga moyil, bu hoi 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 jihatidan yaqin bo'lgan kalsiy gidrosilikatlar hosil bo'ladi,  $C_3S$  ning gidratatsiyasi mobaynida erkin holda ajralib chiqadigan  $Ca(OH)_2$  kristallari qotayotgan massaning mikroto'ldirgichi vazifasini bajaradi, ya'ni  $C_2S$  va  $C_3S$  bir xil darajada gidratatsiyalanganda ulardan hosil bo'lgan monomineral toshlarning mustahkamligi bir-biriga yaqin boiishi kerak. Xlorid, sulfat nitrid, karbonat, ftorid va boshqa tuzlar sinfining sement gidratatsiyasi hamda qotishiga ta'siri haqidagi ma'lumotlar muttasil kengayib bormoqda. Ba, P, S, Cr, Mn, Ti ning ma'lum miqdorida modifikatsiyalangan klinkerlardan olingan sementlar, odatda, yuqori darajada gidratatsiya faolligiga ega bo'ladi.

## ***2. Avtoklav materiallar texnologiyasida kechadigan fizik-kimyoviy jarayonlar***

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 (22-jadval). Kalsiy silikatlar  $100^{\circ}\text{C}$  dan past haroratda gidratatsiyalanganda yaxshi kristallanmagan yangi hosilalar vujudga keladi; bunga qotgan sement xamiri misol boia oladi. Muayyan kalsiy gidrosilikat kristallarini hosil qilish uchun kerakli aralashma tarkibi hamda o'ziga xos gidrotermal sharoitlar boiishi kerak. Shuni ta'kidlash lozimki, bunda tajriba ba'zan 1000 soat davom etadi, harorat esa  $500 - 1000^{\circ}\text{C}$  ga yetadi. Shunga qaramay, kalsiy gidrosilikatlar kristallarining kattaligi, odatda, 10-30 mkm bo'ladi, bu ho'l ularning tarkibi, tarkibiy tuzilishi va xossalarini o'rganishni murakkablashtirib yuboradi. N.V.Belov bir qancha kalsiy gidrosilikatlarning xossalarini (ksonotlit, gillebrandit, tobermorit va boshqalar) izohlab berdi.

**Mavzu: Portlandsmentning mustahkamligi.**  
**Smenttosh va betonlarning kimyoviy hamda fizik emiruvchi**  
**omillar ta'siriga chidamliligi.**

**Reja:**

- 1. Portlandsementning mustahkamligi**
- 2. Sementtosh va betonlarning kimyoviy hamda fizik yemiruvchi omillar ta'siriga chidamliligi**

Portlandsementning pishiqligi namunalarning siqilishdagi va egilishdagi mustahkamlik chegarasi bilan ifodalanadi. Markalar o'lchami 4x4x16 sm bo'lgan tayoqchalarning esa egilishdagi mustahkamlik chegarasiga, yarim tayoqchalarining 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 siniladi.

28 kun qotirilgan namunaning siqilishdagi mustahkamlik chegarasi *sementning faolligi* deb ataladi, marka shu ko'rsatkichga qarab belgilanadi. Agar sementning faolligi 54,6 MPa bo'lsa, uning markasi 500 qilib belilnadi. Sementning mustahkamligidan mumkin qadar to'la foydalanish uchun uning faolligini hisobga olish kerak.

Portlantsement 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 yetadi, mustahkamlikning qolgan yarmiga esa 25 kundan keyin erishiladi. Biroq portlandsement asosida tayyorlangan betonning 28 kunda erishilgan mustahkamligi boshqa xil gidravlik bog'lovchi moddalardan tayorlangan betonlarniki kabi oxirgi mustahkamlik bo'lib hisoblanmaydi, u eng yuqori mustahkamlikning o'rta hisobda 50% ni tashkil etadi. Qulay sharoitda bir necha yil davom etgan mustahkamlanish shu markaga xos mustahkamlikdan ba'zan bir necha marta ortiq bo'lishi mumkin.

Qotishmaga qo'shiladigan suv miqdori va sementning mayda-yirikligi portlandsementning mustahkamligiga ta'sir etadi. Sement qotishmasiga suv qancha ko'p qo'shilsa, undan tayyorlangan namunaning mustahkamligi shuncha past bo'ladi.

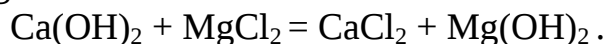
- 2. Sementtosh va betonlarning kimyoviy hamda fizik yemiruvchi omillar ta'siriga chidamliligi**

Sementtoshning chidamliligi deganda, uning tashqi muhitning yemiruvchi ta'siriga (chuchuk va mineral suvlar, suv bilan sovuqning birgalikdagi ta'siri, shuningdek, katta haroratlar, 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 karbonlanshi yahshiroq zichlashadi va chidamli bo'ladi.

**Betonning sho'ralashi.** 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 himoya qatlami zarb ta'sirida shikastlansa, emirilishi osonlashadi.

**Magnezial korroziya.** Bunday korroziya  $\text{MgSO}_4$  dan tasqari bosqa magniy tuzlari tasiridan vujudga keladi:



Natijada amorf holidagi magniy gidrat oksid va filtrlovchi suv bilan osongina yuvilib ketadigan hamda juda yaxshi eriydigan kalsiy hlorid hosil bo'ladi.  $\text{Mg(OH)}_2$  suvda oz eriydi. U mustahkam  $\text{Ca(OH)}_2$  kristallarini o'ovushmagan yumshoq massaga aylanantiradi. Unda bog'lovchilik xossalari yo'q.  $\text{MgCl}_2$  ta'sirida gidrosilikat va gidroalyuminatlar ham parchalanishi mumkin.  $\text{MgCl}_2$  ta'siridagi korroziya suvda bu tuzning konsentrasiyasi 1,5-2% dan oshganda kuchayadi.  $\text{Mg}^{2+}$  ionlarining miqdori suvda 0,5 g/l ga yetganda bunday suv salbiy hisoblanmaydi.

## **Mavzu: Maxsus portlandsementlar**

### **Reja:**

- 1. Portlandsement turlari**
- 2. Tez qotuvchan portlandsement**
- 3. Plastifikatsiyalangan va gidrofob portlandsementlar**
- 4. Sulfatga chidamli portlandsement**
- 5. Oq va rangli portlandsementlar**

Sementning ko'p turlari ma'lum. Ba'zi birlari juda tez qotsa, ba'zilari sekin qotadi. Suv inshootlari uchun sementning bir turi ishlatilsa, yo'l qurilish ishlariga ikkinchisi va boshqa binokorlik qorishmalari uchun esa uchinchi turi qo'llaniladi. Sementning bunday xilma-xilligi, uning tarkibidagi to'rtta mineralning bir-biriga qanday nisbatda bo'lishidandir.

Sement qancha yaxshi tuyilgan bo'lsa, uning sifati shuncha yaxshi bo'ladi, tishlanish qobiliyati shuncha oshadi, chunki zarrachalarning umurniy yuzi qancha katta bo'lsa, modda zarrachalari o'rtasidagi fizik-kimyoviy jarayonlar shuncha tola va tez o'tadi.

Portlandsement gidravlik bog'lovchi moddalarning bir turidir. Bu bog'lovchi moddalar qatoriga yana qumtuproqli sement, pussolan sement, toshqolli 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, maxsus 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 sanoat qurilishi 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 faol minerallarni ko'paytirish yo'li bilan erishiladi. Bunday portlandsement 1-3 kun ichida mustahkamlanishi bilan oddiy portlandsementlardan farq qiladi. 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 yetarli 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 tayyorlashda, shuningdek, bugiash 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 klinkeri ishlatiladi. Qo'shiladigan qurilish gipsi zarur miqdordan

oshmasligi kerak, aks holda, buyum yoki konstruksiyada darzlar hosil boiishi mumkin.

Yuqorida aytilganidek, gips sement tarkibida uning tishlanish muddatini sekinlatibgina qolmasdan, sementning dastlabki qotish davrida uning yanada mustahkamlanib borishida ham faol ishtirok etiladi: gips bilan  $C_3A$  o'zaro ta'sir etishidan hosil boigan kalsiy gidrosulfoalyuminat sement betonlarning yana ham mustah-kamlanishiga yordam beradi. Bu vaqtda eng muhim sharoitlardan biri shuki, kalsiy gidrosulfoalyuminat hosil bo'lish jarayoni sementning birinchi qotish kunlaridayoq tugashi mumkin (aks holda beton yemiriladi).

Kalsiy gidrosulfoalyuminatning hosil boiish tezligi sementning qanchalik mayda tuyilganligi va gipsning erish darajasiga, erish darajasi esa o'z navbatida uning modifikatsiyasiga bogliq. 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 chiqarib boimaydi, bu xomashyo sifatiga, yoqilg'i va texnologik jarayonni tashkil etishga bog'liq. Sementni juda maydalab tuyish ham iqtisodiy jihatdan 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 Jiammasi vibrotegirmonlarda tuyiishi mumkin. Toshqol portlandsementlarni qayta tuyish ayniqsa yaxshi foyda beradi.

Sement titratma qurilmada qayta tuyilsa, 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 bogliq. 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 yetkazish 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 yetkazishni taklif etdilar.

Sement zarrachalari qancha kichik bo'lsa, uning erish va gidratlanish jarayoni shunchalik tezlashadi. Masalan, sement zarrachalarining kattaligi 10 mkm

boisa, 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 7-jadvalda berilgan.

7-jadval.

Sement maydaligining mustahkamlikka ta'siri.

| Solishtirma<br>yuzi m <sup>2</sup> /kg | Siqilishdagi mustahkamlik, MPa |                      |                       |                  |                |
|----------------------------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------|------------------|----------------|
|                                        | 1<br>kundan<br>keyin           | 3<br>kundan<br>keyin | 28<br>kundan<br>keyin | 6<br>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 ham ozod qiladi.

Maxsus tez qotuvchan portlandsement ham mavjud. U tez qotuvchan portlandsementga nisbatan yana ham jadalroq qotadi. Bunday sement tarkibida kamida 60 - 65% C<sub>3</sub>S va 8 % C<sub>3</sub>A bo'lgan klinkerni gips ishtirokida o'ta mayda tuyish (400-450 m<sup>2</sup>/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 (SO<sub>3</sub> hisoblaganda kamida 4 % gacha ). Sement tez tishlashib qolmasligi uchun uni tuyish paytida haroratning o'ta ko'tarilib ketishiga yoi qo'ymaslik 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 qilishi kerak.

Hozirgi kunda oddiy portlandsement klinkerni sulfoalyuminat klinkeri bilan birga 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 birga mayda qilib tuyishdan hosil bo'ladigan gidravlik bog'lovchi moddalar tegishlicha plastifikatsiyalangan yoki gidrofob portlandsement deb ataladi.

Plastifikatsiyalaydigan va gidrofob qo'shilmalar sement og'irligining (quruq

moddaga nisbatan hisoblaganda) 0,1-0,25 % miqdorida qo'shiladi.

Plastifikatsiyalovchi sirt-faol qo'shilmalar sifatida standart talablariga binoan sulfat spirt bardasi (SSB)ning konsentrati xizmat qiladi.

Sement zarrachalarining ustida gidrofil moddalarning adsorb-sion pardalari borligi beton qorishmasining bevaqt yopishib qolishiga (koagulyatsiyaga) to'sqinlik qiladi, shuningdek, sement zarrachalarining va to'ldirgichlarning qatlam-qatlam bo'lib cho'kishini hamda qorishmadan suvning ajralib chiqishini kamaytiradi, ya'ni suv, shag'al, qum va sement qorishmasining alohida-alohida qatlamlanishiga yoi 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 ochiq havoda ko'p qolib ketsa, uning markasi kun sayin pasayib boradi, chunki havodagi 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:

- atsidol 0,08 - 0,12 % miqdorda;
- atsidol - milonaft 0,08 - 0,12 % miqdorda;
- milonaft, sement massasidan 0,1- 0,25 % miqdorda;
- olein kislota yoki oksidlangan petrolatum, 0,06 - 1 % miqdorda;
- oksidlangan petrolatum, 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 daqiqa uzaytirish kerak, chunki sement zarrachalari sirtidagi gidrofob parda qum va shag'alning ishqalanishidan 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 odiy 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,  $\text{CaSO}_4$ ) bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadigan minerallar miqdorini kamaytirish zaair. Portlandsement korroziyasining uchinchi turiga muvofiq, «sement basillalari» 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

boigan sement klinkerida uch kalsiyli alyuminat miqdori 5 % dan oshmasligi lozim, oddiy sementda esa uning miqdori ba'zan 15 % ga yetadi.

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 boimoqligi 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'lganligidan betondan yuvilib chiqib ketadi. Shunga ko'ra, sulfat ta'sirida turg'un portlandsementda uch kalsiyli silikat miqdori standartda ko'rsatilganidek, 50% dan oshmasligi shart.

Oddiy portlandsement ishlab chiqarish texnologiyasi qanday bo'lsa, sulfat ta'siriga turg'un portlandsement ishlab chiqarish texnologiyasi ham xuddi shunday. Sulfat ta'siriga turg'un portlandsement ikki markaga bo'linadi: 300 va 400.

Bu portlandsementdan gidrotexnika qurilishlarida doim namlanib, qurib yoki muzlab, erib turishi bilan birga sulfatli suvlar ta'siriga ham uchrab turadigan beton hamda 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 bo'lib, buning asosiy sababi shuki, uch kalsiyli gidroalyuminatning suvda erigan gips bilan o'zaro ta'sir etishidan kalsiy gidrosulfoalyuminat («sement basillasi») hosil bo'ladi. U sementtosh g'ovaklarida kristallanib, toshni yemirib yuborishga harakat qiladi. Demak, klinker tarkibida uch kalsiyli alyuminat ( $\text{C}_3\text{A}$ ) 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 holda 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 jihatdan klinkerda uch kalsiyli silikat ( $\text{C}_3\text{S}$ ) 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 u klinker tarkibida juda oz bo'lsa ham sulfatga chidamli boigan qotayotgan sementda  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  hosil bo'laveradi. Shuning uchun, yuvilib ketish korroziyasining oldini olish maqsadida sulfatga chidamli portlandsementga 15 % gacha gliyej yoki boshqa faol gidravlik qo'shilmalar qo'shiladi. U  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ni yuqorida aytib o'tilganidek, kam eriydigan kalsiy silikatlarga aylantiradi.

O'zbekistonlik olim, 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  $\text{C}_3\text{A}$  minerali miqdorini ancha kamaytirib, to'rt kalsiyli alyumoferrit ( $\text{C}_4\text{AF}$ ) mineralining miqdorini oshirish kerakligini

aniqladilar. Bunga 2-3 % kolchedan kuyindisini sement xomashyosiga kuydirishdan oldin qo'shib erishildi va shu bilan birga sementni kuydirish jarayoni ham tezlashdi. Temir kolchedani katalizator sifatida qo'shilishi mahalliy 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 Ohangaron sement zavodlarida ishlab chiqarila boshlandi.

O'zbekistonda bunday sement ishlab chiqarishni birinchi bo'lib, texnika fanlar nomzodi S.T. To'xtaxo'jayev amalga oshirdi. Yuqorida aytilganidek, sulfatli suvlarga chidamli portlandsement tarkibida  $C_3A$  miqdori 5% atrofida olinib, bunday sementda  $C_3S$  ko'pi bilan 50% ni tashkil qiladi. 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 tarkibiy tuzilma 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  $C_3A$  miqdorini nihoyatda (1-2 % gacha) kamaytiriladi va  $C_3S$  miqdori 50% atrofida qoldirilib, sementlar asosligini oshirish mumkinligi ko'rsatib berildi. Bu ishlar natijasida sulfatli suvlarga chidamli 400 markali, kam alyuminatli alyumoferrit portlandsement olinadi. Dastlab sulfatli suvlarga chidamli sementlar markasi 300 ga teng edi. Shunday qilib, oldindan belgilangan mineralogik tarkibli sement Quvasoy xom-ashyosi bazasida sanoat miqyosida ishlab chiqarila boshladi.

## **5. Oq va rangli portlandsementlar**

Oq portlandsement - tarkibida temir oksid (0,3-0,45 % gacha) 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 hokazo. 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 xomashyoni ishlatish. Bunday klinker tarkibida  $C_4AF$  ham deyarli bo'lmaydi. Biroq ma'ium kimyoviy tarkibli xomashyo ishlatishning o'zi oq portlandsement ishlab chiqarish uchun kifoya qilmaydi. Buyovchi oksidlar sementga yoqilg'i kulidan yoki tuyish jarayonida tegirmon sharlaridan yoxud tegirmonning poiat qoplamasidan o'tishi mumkin. Shuning uchun klinkerni pishirish paytida kulsiz suyuq yoki gazsimon yoqilg'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 kamroq bo'yaydigan  $Fe_3O_4$  ga aylanadi va sement yanada oqaradi. Xomashyo aralashmasi va oq sement klinkeri mahsus qattiq kam yoyiladigan po'lat yoki chinni plitalar qoplangan zoldirli tegirmonlarda maydalanadi.

Oq portlandsement oqlik darajasiga qarab uch navga bo'linadi. Oliy nav, OS-1, OS-2 (OS-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 ko'effitsiyenti 96,3 % dan kam boimagan bariy sulfat ( $BaSO_4$ ) oqlik andozasi hisoblanadi. Uch kalsiyli silikat klinkerda ko'p miqdorda boisa, oq portlandsementdan tayyorlangan buyumlarning sirtida pq dogiar yoki sho'ra hosil boiishi mumkin. Bu  $C_3S$  ning gidrolizi vaqtida ohak ajralib chiqishidandir. Bunga yoi qo'ymaslik uchun oq portlandsement, ohakni kam eriydigan kalsiy gidrosilikatga aylantirish maqsadida 5-10% juda faol gidravlik qo'shimcha qo'shiladi.

Klinker tarkibida ko'p miqdorda  $C_3S$  va  $C_3A$  boigani 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 (marmar 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-jigarrang beruvchi mineral), marganes rudasi (jigarrang), ultramarin (havo rang) va shu kabilar qo'shish mumkin. Oq va rangli sementlar sun'iy marmar tayyorlashda ham ishlatiladi.

Rangli sementlar yana quyidagi yoi bilan ham olinadi. Bo'yovchi oksidlar (xrom, marganes, kobalt, nikel, mis oksidlar) xomashyo aralashmasiga aralashtirilib, yashil, havorang, qora, jigarrang, sariq va boshqa turdagi rangdor klinkerlar olinadi. Mineral tarkibiy tuzilmasiga turli oksidlarning birikishi tufayli olingan rangli klinker tortilib yaltiroq, tekis va turg'un rangga ega bo'lgan sement tayyorlanadi.

Pardozlash materiallari o'zining tabiati va texnikaviy xossasiga ko'ra konstruktiv betonga yaqin tursa ham yig'ma uy-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 jihatdan oq va rangli

portlandsementlarni eng yuqori unumli pardoqlash materiallaridan biri deb hisoblash mumkin. Chunki bu oddiy portlandsementning ko'rinishlaridan biri bo'lib, oq va turli ranglarni o'zida mujassamlashtirgan hamda yuqori darajadagi mustahkamlikka ega bo'lgan sementdir.

## **Mavzu: MAXSUS SEMENTLAR**

### **Reja:**

- 1. Tomponaj sementlar**
- 2. Sulfomineral sementlar**
- 3. Kislota chidamli sement.**

Hozirgi kunda yuzlab va minglab neft hamda gaz quduqlari kovlanmoqda. Ko'pincha bu quduqlarning chuqurligi bir necha ming metrga yetadi.

Quduqni o'rab olgan aylanasi bo'shliq 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, g'orlar orqali katta masofalarga yoyilib ketishi mumkin. Shuning uchun bu bo'shliq, ya'ni quvur orqasi bilan quvur ichki devorlari o'rtasi 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 qazib, ulardan foydalanish hamda kapital ta'mirlashda portlandsement turlaridan biri bo'lgan tamponaj sementlari ishlatiladi.

Tamponaj sementlari birinchi ikki sutka davomida kerakli qotish mustahkamligiga erishishi lozim. Qisqa vaqt ichida sement qorishmasining erishgan mustahkamligi quduq stvolida kolonnani mahkam biriktirilishi va natijada qayta burg'ulash hamda perforatsiya davrida va singdiruvchan jinslardan barqaror ravishda himoya qilinishini ta'minlashi lozim.

Sanab o'tilgan barcha talablarni qanoatlantirish uchun sementtoshning mustahkamligi qanchaga teng bo'lishi murakkab masaladir. Mustahkamlik qiymati 2-3 ga teng zahira koeffitsiyenti bilan birga kamida 3,5 MPa bo'lishi kerak, deb taxmin qilindi.

Sementning turli sharoitlarda ishlatilishi unga qo'yildigan hamma talabiga to'la javob bera olmaydi. Sement sanoati asosan 2 xil tamponaj 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 murakkabdir. "Sovuq" quduqlar uchun mo'ljallangan tamponaj sementlarda  $C_3S$  va  $C_3A$  minerallarining yig'indisi 60% ga teng, u portlandsementni o'ta mayda tuyush (solishtirma sirti 300-350 m<sup>2</sup>/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 75°C issiqlikda ishlatiladi.

## **2. Sulfomineral sementlar**

### **Sulfominerallarning agressiv muhitlarda qotish jarayoni.**

Ayrim minerallarning tuzlar ta'siriga bardoshliligi shu minerallarning 3% li  $\text{MgSO}_4$  va 5% li  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  eritmalarida qotish jarayonini kuzatish davomida o'rganiladi.

Sulfoalyuminat sement namunalari mazkur eritmalarda juda tez yemiriladi, chuqur yoriqlar paydo bo'ladi va ularning yuzasi maydalanadi.

Sulfosilikat namunalarning, shuningdek, 20% sulfoalyuminatli sulfosilikat sement namunalarining  $\text{MgSO}_4$  hamda  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  eritmalarida tuzlar ta'siriga yuqori darajada chidamliligi aniqlandi. Olti oy mobaynida ularning chidamlilik koeffitsiyenti 1, ba'zilariniki esa 2 dan yuqori, ya'ni suvda qotayotganga nisbatan mustahkamligi 1-2 marta ko'p.

Avtoklav ishlov berish sulfoalyuminat namunalarining korroziyasini yo'qota olmaydi.  $\text{MgSO}_4$  ning 3% li va  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ning 5% li eritmalarida ta'sirida sement namunalari ulardan juda ko'p miqdorda ettringit (kalsiy gidrosulfoalyuminatning sulfati ko'p bo'lgan shakllari) hosil bo'lishi tufayli yemiriladi.

Sulfosilikatli sement namunalarida 20%  $3(\text{Ca} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3) \cdot \text{CaSO}_4$  bo'lib, agressiv eritmalarida shu sementlar mustahkamligining ortishi ularning kimyoviy chidamliligi bilan bog'liq.

Gips va ettringitning birmuncha kristallanish bunga misol bo'ladi. Mazkur minerallarning mayda kristallari gidrosilikatlar bilan birgalikda jips birikadi, bu hol sementning uzoq vaqt mobaynida qotishda sementtosh tarkibiy tuzilmasini mustahkamlaydi.

### **Sulfominerallardan iborat sementtoshga yuqori haroratning ta'siri.**

Erkin ohak ajratmay qotadigan sementlar portlandsementga nisbatan yuqori darajada issiqqa chidamli bo'ladi.

Shuning uchun sulfoalyuminat hamda sulfosilikatning yuqori haroratdagi xususiyatlarini o'rganish muhimdir.

Sulfosilikatli sement namunalarining mustahkamligi  $800^\circ\text{C}$  haroratda 25%,  $900^\circ\text{C}$  haroratda 30 - 40%,  $1000^\circ\text{C}$  da esa 44 - 50% kamayadi.

Tarkibida  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$  bo'lgan sement namunalarining issiqqa bardoshli ekanligi ma'lum. Bu mineralning yuqori haroratga chidamliligining sababi, digidratlanish jarayonida gilsimon mahsulotlarning yo'qligidir.

## **3. Kislota chidamli sement.**

Kislota chidamli sement, kremli ftorli natriy ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ) va kvars qumni birgalik juda maydalab tuyib olinadi. Sementni qotirish uchun suv emas, balki eruvchan shisha ishlatiladi.

Kislota chidamli sement kvarsli, marshalitli, diabazli, andezitli turlarga bo'linadi. Kislota chidamli sementdan beton tayyorlashda 8- jadvalda berilgan ko'rsatkichlardan foydalanish mumkin.

**Kislota chidamli sementlar tarkibi.**

| Kukun to'ldirgichning turlari | Sement miqdori, % |                | Bog'lovchi suyuq shisha |                                         |                                           |
|-------------------------------|-------------------|----------------|-------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|
|                               | kukun to'ldirgich | kremniy ftorli | modul                   | solishtirma og'irlik, kg/m <sup>2</sup> | 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 ( $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ ) dan tashkil topgan, havoda qotadigan bog'lovchi eruvchan shisha maxsus xumdonlarda sodaaralashgan toza kvars qummi natriy sulfat yoki potash ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) bilan qorishtirib, 1300-1400°C haroratda pishirib olinadi.

Yuqori haroratda erigan moddalar o'zaro quyidagicha reaksiyaga kirishadi:



Kislota chidamli sementlar qotishmalar, zamaskalar, tayyorlashda, kimyoviy uskunalarni qoplashda, devor, pollarni bo'yashda, kislota chidamli g'ishtlarni terishda va beton tayyorlashda keng qo'llaniladi.

## ADABIYOTLAR

1. A.A. Ращенко, V.P. Serbin, E.A. Starcheskaya. Vyajushchie materialy. Kiev, Vysshaya shkola, 1985.
2. Yu.M. Butt, M.M. Sychev, V.V. Timashev. Ximicheskaya texnologiya vyajushix materialov. K., Vysshaya shkola, 1980.
3. X.Teylor. Ximiya cementa. M., Mir, 1996.
4. A. V. Voljenskiy. Mineral'nyx vyajushchie veshchestva. M., Stroyizdat, 1986,
5. E. Qosimov, T. Otaqo'ziyev. Mineral bog'lovchilar va ulardan tayyorlanadigan buyumlar. T., O'qituvchi, 1984.
6. T.A. Otaqo'ziyev, E.T. Otaqo'ziyev. Boglovchi moddalarning kimyoviy texnologiyasi. Cho'lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi. Toshkent. 2005.

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Mavzu: Kirish. O'zbekistonda sement sanoati.....                                                                        | 3  |
| 2. Mavzu: Gips texnologiyasi.....                                                                                          | 10 |
| 3. Mavzu: Fosfogipsning fizik- kimyoviy xossalari, undan qurilish<br>materiallari sanoatida foydalanish imkoniyatlari..... | 15 |
| 4. Mavzu: Ohak texnologiyasi.....                                                                                          | 23 |
| 5. Mavzu: Hidravlik bog'lovchi moddalar. ....                                                                              | 28 |
| 6. Mavzu: Portlandsement.....                                                                                              | 33 |
| 7. Mavzu: Portlandsement texnologiyasi.....                                                                                | 46 |
| 8. Mavzu: Portlandsementning qotish xossalari va ishlatilishi.....                                                         | 48 |
| 9. Mavzu: Portlandsementning mustahkamligi.....                                                                            | 56 |
| 10. Mavzu: Maxsus portlantsementlar.....                                                                                   | 63 |