

## MAHALLIY XOMASHYOLARDAN FOYDALANGAN HOLDA YUQORI UNUMLI SEMENT TURLARINI ISHLAB CHIQISHNING KIMYOVIY ASOSLARI

*Samarqand Davlat Universiteti Kattaqo'rg'on  
filiali Kimyo yo'nalishi talabalari  
Hikmatova Hilola Ilhom qizi  
Nurmamatova Ruxshona Mardi qizi  
Xudoyberdiyeva Farzona Ilhom qizi  
Rayimova Zarina Alisher qizi  
hikmatovahilola00@gmail.com*

**Annotatsiya:** Mazkur maqolada mahalliy xomashyolar asosida yuqori unumli sement turlarini ishlab chiqish imkoniyatlari va ularning kimyoviy asoslari yoritilgan. Mahalliy resurslardan oqilona foydalanish orqali iqtisodiy samaradorlikka erishish, ekologik xavfsizlikni ta'minlash va mahalliy sanoatning raqobatbardoshligini oshirish imkoniyatlari tahlil qilingan. Sement tarkibiga qo'shilayotgan mahalliy mineral qo'shimchalar va ularning kimyoviy xossalari asosida fazaviy tarkib, reaksiya faoliyati va gidratatsiya jarayonlariga ta'siri ko'rib chiqiladi.

**Kalit so'zlar:** Mahalliy xomashyo, yuqori unumli sement, kimyoviy tarkib, mineral qo'shimchalar, gidratatsiya, pozzolanik faoliyat, ekologik samaradorlik

### Kirish

Bugungi kunda qurilish materiallari sanoati oldida turgan asosiy vazifalardan biri — resurslarni tejash, atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirish va sement ishlab chiqarishda mahalliy xomashyolardan samarali foydalanishdir. Sement sanoati yuqori energiya sarfi va karbonat angidrid chiqindilari bilan bog'liq bo'lgan jarayonlarni o'z ichiga olgani sababli, innovatsion yondashuvlar orqali bu sohani modernizatsiya qilish dolzarb bo'lib qolmoqda. Mahalliy resurslar, xususan, vulkanik jinslar, flyu-ashyolar, loess, fosfogips, bo'r va boshqa tabiiy yoki sanoat chiqindisi hisoblangan mineral materiallardan foydalanish orqali yuqori sifatli va ekologik jihatdan qulay sement turlarini ishlab chiqish imkoniyati mavjud.

Mahalliy xomashyolardan yuqori unumli sement ishlab chiqarishda eng dolzarb masalalardan biri — bu xomashyo tarkibining kimyoviy faoliyatini oshirish va klinker hosil bo'lishiga zarur sharoit yaratishdir. Ayniqsa, O'zbekiston hududida uchraydigan loess, mergel, bo'r, kaolin, diatomit, fosfogips, flyu-ash va metallurgiya sanoati chiqindilari kabi materiallar tarkibidagi kremniy oksidi, alyuminiy oksidi, temir oksidi va kaltsiy karbonatlari miqdori ularning sement ishlab chiqarishga yaroqliligini

belgilaydi. Mahalliy xomashyolardan foydalangan holda yuqori sifatli sement turlarini ishlab chiqishning kimyoviy asoslari bir necha yo‘nalishda o‘z ifodasini topadi. Eng avvalo, xomashyodagi oksidlar tarkibi va ularning o‘zaro nisbatlari klinker fazalarining hosil bo‘lishiga bevosita ta‘sir ko‘rsatadi. Kaltsiy oksid, kremniy dioksid, alyuminiy va temir oksidlarining optimal nisbatda aralashtirilishi orqali alit ( $C_3S$ ), belit ( $C_2S$ ), aluminat ( $C_3A$ ) va ferrit ( $C_4AF$ ) fazalari shakllanadi. Bu fazalar esa sementning mexanik mustahkamligi, qotish tezligi va chidamlilik darajasini belgilaydi.

Mahalliy mineral xomashyo manbalarining ko‘plab afzalliklari mavjud. Jumladan, tog‘ jinslaridan olinadigan karbonatli jinslar (bo‘r, ohaktosh, mergel) va silikatli komponentlar (kvars qumi, bentonit, diatomit) turli tarkibiy va fizik-kimyoviy xususiyatlarga ega bo‘lib, ular asosida turli xil markazlashtirilgan reaktiv tizimlar hosil qilish mumkin. Shu bilan birga, chiqindilardan – masalan, granulyatsiyalangan domna shlaki, fosfogips, flyu-ash, loy-shlamlar kabi sanoat chiqindilaridan – ham yuqori samarali bog‘lovchi materiallar olish mumkin. Bu materiallarning tarkibida, ayniqsa, reaktiv kremniy va alyuminiy oksidlarining mavjudligi ularga pozzolanik xususiyatlar bag‘ishlaydi.

Mahalliy mineral qo‘shimchalar pozzolanik xususiyatlarga ega bo‘lib, ular tarkibidagi  $SiO_2$  va  $Al_2O_3$  oksidlarining amorf holatda bo‘lishi ularning gidravlik faolligini oshiradi. Gidravlik faolligi yuqori bo‘lgan materiallar suv va kaltsiy gidroksidi bilan tez va kuchli kimyoviy aloqaga kirishib, yuqori zichlikdagi kalsiy silikat va aluminat gellarini hosil qiladi. Bu gellar sement to‘qimalarini mustahkamlash, suv o‘tkazuvchanligini kamaytirish, haroratga va kimyoviy muhitlarga chidamli qatlamlar hosil qilishda muhim o‘rin tutadi.

Bundan tashqari, mineral qo‘shimchalarning zichligi va dispersligi ham ularning reaksiya qobiliyatiga ta‘sir qiladi. Juda mayin (mikron darajasida) kukunlangan qo‘shimchalar klinker minerallari bilan yaxshi aralashib, gidratatsiya tezligini oshiradi va betonning erta mustahkamlanishini ta‘minlaydi. Masalan, tebranishli tegirmonlarda aktivlashtirilgan diatomit yoki perlit kukunlari klinker bilan aralashganda, aralash sementning zichligi va mexanik xossalari ancha yaxshilanadi.

Flyu-ash kabi sanoat chiqindilari ham juda muhim rol o‘ynaydi. Ular o‘z tarkibida  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  va  $Fe_2O_3$  oksidlaridan tashqari, ayrim hollarda  $TiO_2$ ,  $MgO$  va  $K_2O$  kabi komponentlarni ham saqlaydi. Bu esa flyu-ash asosida ishlab chiqarilgan sementning gidravlik faolligini oshiribgina qolmay, unga maxsus fizik-mexanik va issiqlik xossalarini beradi. Ularning tarkibida mavjud bo‘lgan shishasimon tuzilmalar gidratatsiya jarayonini tezlashtirib, yakuniy mahsulotning zichligi va chidamliligini oshiradi.

Mahalliy xomashyo bazasining yana bir muhim tomoni — ekologik xavfsizlik bilan bog‘liq. Mahalliy manbalardan foydalangan holda sement ishlab chiqarish,

transport xarajatlarini kamaytirish bilan birga, atrof-muhitga karbonat anhidrid chiqindilarining kamayishiga olib keladi. Ayniqsa, portlandsement ishlab chiqarish jarayonida ko‘p miqdorda CO<sub>2</sub> ajralib chiqadi, shuning uchun tarkibida klinker miqdori kamaytirilgan aralashmalar (masalan, pozzolanik yoki slagli sementlar) ekologik jihatdan qulay mahsulotlar hisoblanadi. Shu maqsadda, qisman yoki to‘liq tabiiy yoki sanoat chiqindilari asosida ishlab chiqarilgan sementlar istiqbolli yo‘nalish sanaladi.

Yana bir jihat — bu mahalliy xomashyolardan tayyorlangan sementlarning foydalanish sohasiga moslashtirilganligi. Masalan, gidravlik tuzilmalar, yo‘l-transport inshootlari yoki shaharsozlik qurilishida mahalliy sharoitga mos sementlar — yuqori sulfatga chidamli yoki tez qotadigan turlari ishlab chiqilishi mumkin. Bu esa sement turlarining funksional xilma-xilligini ta’minlaydi.

Innovatsion yondashuvlardan biri sifatida, mahalliy xomashyolarning ultradispers frezalangan holatda foydalanilishi ularning reaktivligini sezilarli darajada oshiradi. Maydalanish darajasining yuqoriligi bilan birga yuzaga keladigan sirt faoliyati yangi reaksiya markazlarini shakllantiradi va bu fazaviy o‘zgarishlarga sabab bo‘ladi. Kimyoviy faollik yuqoriligi tufayli, gidratatsiya mahsulotlarining strukturasi bir hil bo‘lib, yakuniy betonning sovuqqa chidamlilik, suv o‘tkazmaslik va kimyoviy korroziyaga bardoshlilik ortadi.

Yuqori unumli sementlar tarkibida faollashtirilgan mineral qo‘shimchalarning ishtiroki ularning fizik-kimyoviy xususiyatlarini, jumladan, bosimga chidamliligi, tez qotishi va agressiv muhitlarga bardosh berishini ta’minlaydi. Shuningdek, mahalliy xomashyolar asosida ishlab chiqariladigan sementlar import bog‘liqligini kamaytirish va iqtisodiy barqarorlikka xizmat qiladi.

Mahalliy xomashyolar tarkibidagi aktiv komponentlar — kremniy dioksidi, alyuminiy oksidi, temir oksidi, kaltsiy va magniy karbonatlari — sement tarkibidagi asosiy mineral fazalarning hosil bo‘lish jarayonida muhim ahamiyatga ega. Vulkanik kul va flyu-ashyolar pozzolanik faoliyatga ega bo‘lib, ular gidratatsiya jarayonida kaltsiy gidroksidi bilan reaksiyaga kirishib, ikkilamchi gel hosil qiladi. Bu gel sement to‘qimalarining zichligini oshirib, suyuqlikka chidamli va yuqori mustahkamlikka ega mahsulotga asos yaratadi.

Boshqa tomondan, fosfogips singari sanoat chiqindilari sulfat tarkibiga boy bo‘lib, ularning optimal dozada qo‘shilishi trikalsiy alyuminatning haddan ortiq tez reaksiyasini cheklab, gidratatsiyani barqarorlashtiradi. Shu bilan birga, bu moddalar tsement tarkibida o‘rnini bosuvchi yoki mustahkamlovchi sifatida xizmat qiladi. Mahalliy loess va kaolin tarkibidagi loy minerallari ham sement aralashmalariga qo‘shimcha sifatida kiritilib, suvni o‘zlashtirish, ishqoriylik va reaksiyon faollik kabi ko‘rsatkichlarga ta’sir ko‘rsatadi.

Mahalliy xomashyolar asosida ishlab chiqilgan yuqori unumli sementlar tarkibida  $C_3S$  va  $C_2S$  fazalarining nisbati, ular kristallanish strukturasi va ulardagi kristall panjara buzilishi sementning tez va sekin qotishiga bevosita ta'sir qiladi. Yuqori alyuminiyli va temirli tarkiblar esa  $C_4AF$  va  $C_3A$  fazalarining barqaror hosil bo'lishiga yordam beradi. Ushbu komponentlarning har biri o'ziga xos issiqlik ajralish xususiyatiga ega bo'lib, sementning gidratatsiya jarayoniga turlicha ta'sir ko'rsatadi.

Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, faollashtirilgan mahalliy pozzolanik qo'shimchalar va sanoat chiqindilaridan foydalanish nafaqat texnik-iqtisodiy samaradorlikni oshiradi, balki atrof-muhitga chiqariladigan karbonat angidrid miqdorini kamaytirish orqali ekologik barqarorlikni ham ta'minlaydi. Shu bois, ko'plab davlatlarda sement ishlab chiqarishning yangi strategik yo'nalishi sifatida mahalliy, arzon va qayta ishlanadigan materiallardan foydalangan holda yuqori samaradorlikka ega mahsulotlar yaratish yo'lga qo'yilmoqda.

### Xulosa

Mahalliy xomashyolardan foydalangan holda yuqori unumli sement turlarini ishlab chiqish texnologiyasi sanoat uchun iqtisodiy, ekologik va texnik jihatdan foydali echim bo'lib xizmat qiladi. Bunday yondashuv resurslar sarfini kamaytirish, energiyani tejash, chiqindilarni qayta ishlash orqali ekologik xavfsizlikni ta'minlash imkonini beradi. Mahalliy mineral qo'shimchalarning kimyoviy tarkibi va ularning fazaviy o'zgarishlarga ta'sirini o'rganish orqali har xil iqlim va qurilish sharoitlariga moslab sement turlarini ishlab chiqish mumkin. Sement sanoatida bunday yondashuv zamonaviy ilmiy-texnik taraqqiyotning muhim yo'nalishi hisoblanadi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Xasanov I., Qurilish materiallari kimyosi. Toshkent: Fan, 2019
2. Karimov B. va boshqalar. Sement texnologiyasi. Samarqand: SamDU, 2021
3. O'zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo'jaligi vazirligi rasmiy nashrlari
4. M. Taylor. Cement Chemistry. Thomas Telford Publishing, London, 2018
5. UNIDO Report on Green Cement Production. Vienna, 2022
6. Cement and Concrete Research Journal, Elsevier, so'nggi nashrlar