

# POTLANDSEMENT HOSIL QILISHDA KLINKERNING AHAMIYATI VA KIMYOVIY-MINEROLOGIK OMILLARI

*Orazimbetova Gulistan Jaksilikovna*

*Andijon davlat texnika institute*

*Kimyo va kimyo texnologiyalari kafedrası mudiri*

*Texnika fanlari doktori*

*Otaqo‘ziyev Akramjon Adaxamjonovich*

*Andijon davlat texnika institute*

*Tayanch doktorant*

**Abstract:** This article focuses on comparing scientific and practical studies regarding the chemical composition of minerals forming clinker in Portland cement production and the requirements imposed on them. Additionally, it outlines the primary functions of the main components—limestone, clay, and supplementary additives.

**Keywords:** Portland cement, clinker, limestone, clay,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ , component, gypsum, temperature, alite, belite, aluminate, ferrite.

**Аннотация:** В данной статье рассматривается сравнение научных и практических исследований, касающихся химического состава минералов, образующих клинкер при производстве портландцемента, и предъявляемых к ним требований. Также изложены основные функции основных компонентов — известняка, глины и добавляемых композиций.

**Ключевые слова:** Портландцемент, клинкер, известняк, глина,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ , компонент, гипс, температура, алит, белит, алюминат, феррит.

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada portlandsement ishlab chiqarishda klinkerni hosil qiluvchi minerallarning kimyoviy tarkibi va ularga qo‘yilgan talablar to‘g‘risida olib borilgan ilmiy va amaliy tajribalarni taqqoslashga qaratilgan. Shuningdek komponentlarni hosil qiluvchi ohaktosh, gil va qo‘shimcha sifatida qo‘shiladigan kompozitsiyalarni asosiy vazifalari keltirilgan.

**Kalit so‘zlar:** Portlandsement, klinker, ohaktosh, gil,  $\text{SiO}$ ,  $\text{CaO}$ , komponent, gips, harorat, alit, belit, aluminat, ferit.

**Kirish:** Portlandsement deb tarkibida kalsiy silikatlari (70-80%) ustunlik qiladigan klinker va (3 -5%) gipsni birgalikda mayda tuyib hosil qilinadigan, suvda xam, havoda xam qotadigan gidravlik bog‘lovchi modda aytiladi. Ohaktosh va gildan iborat bo‘lgan

unli qorishmani kuydirib, klinker ishlab chiqarishadi. Gipsni qotish muddatini va tezligini nazorat qilish uchun qushiladi. Tarkibi bo'yicha portlandsement qo'shimchasiz, mineral qo'shimchali va shlakoportlandsementga bo'linadi. Portlandsement olishdagi eng muhim texnologik jarayonlar quyidagilardir: A) xom ashyoviy aralashmani tayyorlash; B) bu qorishmani o'tda toblab klinker hosil qilish; V) klinker, gips o'ta maydalab tuyib, qo'shimchalari bilan birgalikda kukunga aylantirish. Xom ashyoviy aralashma asosan 75 - 80% kalsiy karbonati  $\text{CaCO}_3$  xamda 25 -20% gildan tashkil topadi. Sun'iy qorishmada gil butunlay yoki qisman boshqa moddalar: domna shlakli, nefelin shlami, kul, diatomit, trepel bilan aralashtirishi mumkin. Sement kimyosi bo'yicha yettinchi xalqaro kongressda (Parij, 1980 y.) ko'p mamlakatlarning olimlari sanoat chiqindilaridan keng foydalanish maqsadga muvofiq ekanligini ta'kidladilar. Bu o'rinda tarkibi klinker olish uchun zarur bo'lgan moddalar (silikatlar) ga boy bo'lmish domna shlaki nixoyatda qimmatli xom — ashyo hisoblanadi. Masalan: glinozem ishlab chiqarishda hosil bo'luvchi nefelin shlamining tarkibida 25- 30%  $\text{SiO}_2$ , 50-59%  $\text{CaO}$ , 2 -5%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bo'ladi, sement olish uchun unga 15 - 20% ohaktosh qo'shish kifoya, shunda pechlar samaradorligi 20% ga oshadi, yoqilg'i sarfi esa 20-25% ga kamayadi. Xom ashyoviy aralashma quruq, xo'l, chatishtirilgan usullarda tayyorlanadi. Ishlab chiqarish usulini tanlash xom — ashyoviy aralashmani tayyorlash xususiyatlariga bog'liqdir. Har bir usul o'z avzalliklariga va kamchiliklariga ega.

**Usullar:** Portlandsement klinkeri ishlab chiqarishda xom ashyo sifatida tarkibida kalsiy karbonat ko'p bo'lgan karbonat jinslar va tarkibida kremniy oksid, alyuminiy oksid hamda temir oksid bo'lgan gillar, shuningdek, gil va kalsiy karbonatning tabiiy aralashmalari (mergellar) ishlatiladi. Keyingi yillarda portlandsement ishlab chiqarishda gilni butunlay ishlatmaslik yoki qisman ishlatish maqsadida, nordon va asosli domna shlaklari, shuningdek, nefelin chiqindilaridan foydalanilmoqda. SHuningdek, gips yoki angidritni gil bilan aralashtirib, portlandsement va  $\text{SO}_2$  gazi olishning kompleks texnologiyasi ishlab chiqilgan. Bu texnologiya sulfat kislota kam ishlab chiqariladigan mamlakatlarda yo'lga qo'yilgan. Nefelin shlami chiqindi sifatida alyuminiy oksid ishlab chiqaruvchi sanoatda hosil bo'ladi. Uning tarkibida 25...30%  $\text{SiO}_2$ , 2...5%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 3...5%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 50 ...58%  $\text{CaO}$  va 3...8% boshqa bo'lgan materialga 15...20% ohaktosh qo'shib,

portlandsement ishlab chiqarish uchun xom ashyo aralashmasini tayyorlash mumkin. Nefelin shلامي ishlatish pechlar unumdorligini 20...30% ga oshiradi va yoqilg'i sarfini 25% ga kamaytiradi. 40...50% gacha tarkibida kalsiy oksid bo'lgan domna shlaklari ham portlandsement ishlab chiqarish uchun qimmatli xom-ashyo hisoblanadi. Hozircha ular ko'p miqdorda ishlatilmaydi, lekin ular asosida yirik portlandsement ishlab chiqarish korxonalarini tashkil qilish mumkin. Kimyoviy tarkib: sementning sifati kuydiriladigan xom — ashyoviy qorishmaning kimyoviy tarkibiga bog'liq. Shu tufayli klinkerni kimyoviy taxlil qilish uning sifatini nazorat kilish vositasidir. Bunda nafaqat  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  kabi eng muhim oksidlar, balki xom ashyoning tarkibida uchrovchi  $\text{MnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  kabi ikkinchi darajali tashkil qiluvchilarning miqdori xam aniqlanadi. Odatda bu oksidlarni klinkerdagi miqdori quyidagi chegaralarda foiz hisobida:

*1-jadval. Portlandsemetni hosil qiluvchilar.*

|                                          |           |
|------------------------------------------|-----------|
| $\text{CaO}$                             | 63 — 66 % |
| $\text{SiO}_2$                           | 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%    |
| $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$ | 0.4-1%    |
| $\text{TiO}_2-\text{Cr}_2\text{O}_3$     | 0.2-0.5%  |
| $\text{P}_2\text{O}_5$                   | 0.1-0.3%  |

Mineralogik tarkibi Klinkerning asosiy minerallari: alit, belit, uch kalsiyli alyuminat va alyumofferit. Alit -  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  - klinkerning portlandsementning qotish tezligini, mustaxkamligini va boshqa xususiyatlarini belgilovchi eng muhim minerallaridir va klinkerda 45 — 60% miqdorda bo'ladi. U uch kalsiyli silikat, xamda uning tuzilishi va xususiyatlariga katta ta'sir qilishi mumkin bo'lgan, ozgina (2-4%) miqdordagi  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Sr}_2\text{O}_3$  va boshqa aralashmalarning qattiq qorishmasidan iborat. Alit uchta polimorf modifikatsiyalarda uchriydi. Sementning mustaxkamligiga va xosallariga alitning

kristallarining o'lchami, ko'rinishi, kristallanish darajasi ta'sir etadi. Belit  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  - klinkerning muhimligi va miqdori (15—30%) bo'yicha ikkinchi silikatli mineraldir. U sekin qotadi, ammo portlandsement uzok vaqt qotganda katta mustaxkamlikka erishadi. Belitni to'rta polimorf modifikatsiyasi maqjud;  $\alpha$ -C2S,  $\alpha'$ -C2S,  $\beta$ -C2S,  $\gamma$ -C2S.  $\beta$ -C2S ni  $\gamma$ -C2S ga o'tishi absolut xajmini taxminan 10% ko'payishi bilan o'tadi, natijada modda zarrachalari bo'linadi va kununga aylanadi  $\gamma$ -C2S 100°C haroratda suv bilan ta'sirlashmaydi va bog'lovchi xususiyatiga ega bo'lmaydi. Belitni gidravlik faolligi kristallarni tuzulishiga bog'liq masalan kristallar zig dumaloq ko'rinishida bo'lsa, sementlar yuqori mustahkamlikka ega bo'ladilar.  $\beta$ -C2S xamda ozgina (1-3%) miqdordagi  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .  $\text{MgO}$ .  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  ning qattiq qorishmasidir. 525°C dan past haroratda klinkerning sovishida  $\beta$ -C2S,  $\gamma$ -C2S o'tishi mumkin va o'tish bazaviy masofaning kattalashishi bilan, ya'ni belitning molekular tuzilishining yumshashi bilan birga kechadi.  $\beta$ -C2S ning zichligi  $\gamma$ -C2S ning zichligidan katta bo'lgani tufayli polimorf o'tish belitning absolut xajmining taxminan 10% ga kengayishiga olib keladi va buning natijasida klinker donachalari (granulalari) kukun bo'lib sochilib ketadi. O'z-o'zidan sochilib ketish klinkerning 95 maydalanishini yengillashtiradi, biroq  $\gamma$ -C2S kukuni 100°C haroratda amalda suv bilan ta'sirlashmaydi, ya'ni bog'lovchi xususiyatiga ega emas. Shu tufayli belitning  $\gamma$  — shaklga o'tishiga to'sqinlik qilish lozim.  $\beta$ -C2S —ning barkarorlashuviga ba'zi bir aralashmalar (1-3%) miqdordagi  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .  $\text{MgO}$ .  $\text{Mg}_2\text{O}_3$  shuningdek klinkerni sovutkich qurilmalarida tez sovutish yordam beradi. Bunda tarkibida belitning dumaloqlashgan ko'rinishidagi zich kristallari bo'lgan klinker olinadi. Portlandsement klinkerdagi silikatli minerallarning miqdori taxminan 75 - 82% ni tashkil qilsa, qolgan 18 -25% alit va belit kristallari orasidagi xajmni to'ldiruvchi oraliq moddalardir. Bu moddalar C3A -uch kalsiyli alyuminatning va alyumoferrit kalsiy — C4Fe ning kristallari, shisha va ikkinchi darajali kristallar va boshqalardan iborat. C3A — uch kalsiyli alyuminat — klinkerda 3 — 15% miqdorda bo'ladi. C5AZ shaklida uchraydi, tarkibi  $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$  dan iborat murakkab tarkibli qattiq aralashmalarni hosil qilsada, u qadar katta mustaxkamlikka ega emas. Betonning sulfatli yemirilishiga uchrashining sababchisidir.

**Natijalar:** Klinker hosil qilishda quydagilar malum bo'ldi.

Klinker — bu portlandsement ishlab chiqarishning asosiy komponenti bo‘lib, u ohaktosh, loy, qum va temir oksidi kabi xomashyolarning 1450 °C atrofida qizdirilishi orqali olinadi. Klinker tarkibidagi asosiy minerallar quyidagilardir:([ilmiybaza.uz])[1])

$C_3S$  (alite) – 50–70%

$C_2S$  (belite) – 15–30%

$C_3A$  (aluminat) – 5–10%

$C_4AF$  (ferrit) – 5–15%

Hisob-kitoblar xomashyo tarkibidagi  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  va  $CaO$  miqdoriga asoslanadi. Ma'lum bir klinker tarkibini olish uchun ushbu oksidlarning optimal nisbatlari aniqlanadi va xomashyo aralashmasi shunga mos ravishda tayyorlanadi.



1-rasm. Laboratoriya sharoitida klinkerni tayyorlash bosqichi.

Komponentlar koeffitsienti — bu klinker hosil qilishda xomashyo aralashmasining kerakli tarkibiy qismlarga aylanish darajasini ko‘rsatadi. Bu koeffitsient klinker sifatini belgilovchi muhim omil bo‘lib, u quyidagilarga ta'sir qiladi:[2].

a) Sementning mustahkamligi b) qotish tezligi c) Suvga chidamliligi

Agar komponent koeffitsienti past bo‘lsa, klinker to‘liq pishmagan bo‘lib, bu sement sifatining pasayishiga olib keladi.



2- rasm. Klinkerlarni pishirib lava holatiga kelish jarayonlari.

**Muhokama:** Qurilish sementi tarkibi va sulfatbardosh sementning ahamiyati

Qurilish sementi odatda quyidagi komponentlardan iborat:

Klinker – asosiy bog‘lovchi modda

Gips – qotish vaqtini nazorat qilish uchun

Qo‘shimchalar – shlak, flyuglar, pozzolanlar[3-4].

Sulfatbardosh sement esa sulfat ionlariga ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) chidamli bo‘lib, u quyidagi hollarda qo‘llaniladi[4].

Gidrotexnik inshootlar, yer osti qurilishlari, sulfatli muhitlarda ishlashi uchun.

Bu sement turi  $\text{C}_3\text{A}$  miqdorining pastligi bilan ajralib turadi, bu esa sulfat ionlari bilan reaksiyaga kirishib, kengayuvchi mahsulotlar hosil bo‘lishining oldini oladi.

Sement turlari ularning tarkibi, qo‘shimchalari va qo‘llanilish sohalariga qarab farqlanadi:

Portlandsement (PC) – eng keng tarqalgan, umumiy qurilish ishlari uchun.

Pozzolanik sement – pozzolan qo‘shimchalari bilan, issiqlik ajralishini kamaytiradi.

Sulfatbardosh sement (SC) – sulfat ionlariga chidamli, gidrotexnik inshootlar uchun.

Shlakli sement (ShPC) – domna shlaki asosida, ekologik va iqtisodiy jihatdan foydali.

Oq sement – dekorativ ishlarda qo‘llaniladi.

Sement markalari (masalan, M400, M500) esa uning bosimga chidamliligini (MPa) ko‘rsatadi.

**Xulosa:** O‘zbekistonda shlak asosli sement ishlab chiqarish imkoniyati

O‘zbekistonda shlak asosli sement ishlab chiqarish uchun zaruriy sharoitlar mavjud:

Metallurgiya sanoati – domna shlaki kabi sanoat chiqindilari mavjud.

Sement zavodlari – mavjud infratuzilma va texnologiyalar.

Ekologik talablar – chiqindilardan foydalanish orqali atrof-muhitga ta'sirni kamaytirish[5].

Shlakli sement ishlab chiqarish iqtisodiy jihatdan ham foydali bo‘lib, u arzon xomashyo asosida yuqori sifatli mahsulot olish imkonini beradi

#### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. Sevinch, M. (2024). O ‘TDA TUG ‘ILGAN TOSH ELIM (portlandtsement ishlab chiqarish sirlari). *MODERN EDUCATIONAL SYSTEM AND INNOVATIVE TEACHING SOLUTIONS*, 1(4), 866-869.

2. Ibragimovich, S. B., & Qiyom o‘g, T. U. B. (2022). QASHQADARYO VILOYATIDA MAVJUD MAHALLIY XOM ASHYOLAR ASOSIDA PORTLANDSEMENT OLIISHNI TADQIQOTLASH. *Gospodarka i Innowacje.*, 22, 482-485.

3. RAMAZANOV, S., NABIYEV, A., & ARIPOVA, M. (2024). DEVELOPMENT OF CLINKER AND PORTLAND CEMENT COMPOSITION BASED ON SURKHONDARYO RAW MATERIALS. *CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING*, 2023(4), 2.

4. Adaxamjonovich, O. Z. A. (2025, March). COMPREHENSIVE STUDY ON CEMENT: DEFINITION, RAW MATERIALS, AND ADDITIVES. In *Innovative Practices and Research Conference (France)* (Vol. 1, No. 1, pp. 186-189).

5. ОРАЗЫМБЕТОВА, Г., ИСКАНДАРОВА, М., & АДЫЛОВ, Д. СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОКРЕМНЕЗЕМИСТЫХ КЛИНКЕРОВ ИЗ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СЫРЬЕВЫХ СМЕСЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ МЕРГЕЛИ И БАРХАННЫЙ ПЕСОК КАРАКАЛПАКСТАНА. *ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ*, 14.

6. Adaxamjonovich, O. Z. A. (2025, March). THE ROLE OF GYPSUM IN THE FORMATION OF PORTLAND CEMENT. In *Innovative Practices and Research Conference (France)* (Vol. 1, No. 1, pp. 190-192).

7. Otaqoziyev, T. A., & Otaqo'ziyev, E. T. (2005). Bog'lovchi moddalarning kimyoviy texnologiyasi. *Toshkent," Cho'lpon*.

8. Otaqo'ziyev, T. Q. E., & Qosimov, E. (1984). Mineral bog 'lovchilar va ulardan tayyorlanadigan buyumlar. *T., O 'qituvchi*.

Unimores